



К

1

2012

ЖИЗНИ И ВЕЩЕЙ







Зарегистрирован  
в Комитете РФ по печати  
19 ноября 2003 г., рег.№ 014823

**НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:**

**Главный редактор**  
Л.Н.Стрельникова  
**Заместитель главного редактора**  
Е.В.Клещенко  
**Главный художник**  
А.В.Астрин

**Редакторы и обозреватели**

Б.А.Альтшулер,  
Л.А.Ашкинази,  
В.В.Благутина,  
Ю.И.Зварич,  
С.М.Комаров,  
Н.Л.Резник,  
О.В.Рындина

**Технические рисунки**

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 28.12.2011

**Адрес редакции**

105005 Москва, Лефортовский пер. 8

**Телефон для справок:**

8 (499) 267-54-18

**e-mail:** redaktor@hij.ru

<http://www.hij.ru>

При перепечатке материалов ссылка  
на «Химию и жизнь — XXI век» обязательна.

© АХО Центр «НаукаПресс»



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —*

*работа Микалоюса Чюрлениса  
«Аллегро». Запахи, как и музыка,  
нуждаются в точной оркестровке.  
Читайте об этом в статье «В океане  
ароматов»*

*Если мудрость бессильна творить добро,  
она делает единственное,  
что может, — она удлиняет  
путь зла.*

*Фазиль Искандер*

# Содержание

<b>Интервью</b>		
ЗАПРОГРАММИРОВАННАЯ СЛУЧАЙНОСТЬ. Г.Г.Малинецкий .....		2
<b>Научный комментатор</b>		
НОВЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ: АКАДЕМИК И ФЕРМЕР. И.А.Леенсон .....		7
<b>Вещи и вещества</b>		
ПВХ — СТАРЕЙШИЙ ИСКУССТВЕННЫЙ МАТЕРИАЛ. Ю.А.Трегеп .....		8
<b>Технологии</b>		
ПРИНЕСТИ ЛЮДЯМ ЦВЕТ. И.А.Болдырев .....		12
<b>Размышления</b>		
РЕЛИГИЯ МОЛЕКУЛ. А.Л.Бучаченко .....		16
<b>Гипотезы</b>		
ПИОНЕРСКИЕ СВОЙСТВА ВСЕЛЕННОЙ МАХА. Л.Жеуч .....		20
<b>Что мы едим</b>		
ВСЕ ПОЛЕЗНО, ЧТО В РОТ ПОЛЕЗЛО? В.В.Благутина .....		24
<b>Радости жизни</b>		
О, ШАВЕРМА! Святослав Логинов .....		29
<b>Тематический поиск</b>		
В КОНТАКТЕ. Е.Сутоцкая .....		30
<b>Свет мой, зеркальце, скажи...</b>		
В ОКЕАНЕ АРОМАТОВ. М.Демина .....		32
<b>Нанофантастика</b>		
ЗУБ. Алексей Дуров .....		37
<b>Проблемы и методы науки</b>		
СЕРДЦЕ ПИТОНА. Н.Л.Резник .....		38
<b>Страницы истории</b>		
ПРОСТЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И БОЛЬШОЕ ОТКРЫТИЕ. И.И.Гольдфаин .....		41
<b>Проблемы и методы науки</b>		
ВОЛЧЬИ ДЕТИ. Е.Клещенко .....		44
<b>Репортаж</b>		
СЕКВЕНАТОР ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ. Н.Маркина .....		50
<b>Что мы едим</b>		
КАРП. Н. Ручкина .....		54
<b>Фантастика</b>		
ЧЕРТОВ СЛОН. Александра Тайц .....		56
<b>Из писем в редакцию</b>		
О СТРУКТУРЕ БЕНЗОЛА .....		54
<b>Имена минералов</b>		
КАК ИХ НАЗЫВАЮТ. И.А.Леенсон .....		64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	22	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ИНФОРМАЦИЯ	15, 49	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	61	ПЕРЕПИСКА	64

# Запрограммированная случайность

*Серия неудач с космическими запусками прошлой осенью и завершающий траурный аккорд «Фобос-Грунта» потрясли мыслящих людей России, равнодушных к своей стране. Что это — случайность? Или результат развала промышленных отраслей и краха системы образования, когда катастрофы разного уровня неизбежны? Что необходимо нашей стране, чтобы вновь прославить себя громкими достижениями, вернуть престиж сильной и умной державы, а ее народу — утраченное чувство гордости? На эти вопросы отвечает доктор физико-математических наук **Георгий Геннадьевич Малинецкий**, заведующий отделом Института прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН, известный специалист в области нелинейной динамики, синергетики, управления рисками, в интервью главному редактору журнала Любви Николаевне Стрельниковой.*

## **Катастрофа со станцией «Фобос-Грунт» — это непредвиденная или «запрограммированная» случайность?**

Это досадная, обидная случайность, если говорить о технической стороне дела. Но она была вполне запрограммирована. Любая катастрофа разыгрывается на двух уровнях. Первый уровень — организационный. Возьмем, к примеру, Чернобыль. Катастрофа была заложена в тот момент, когда объект перевели из Министерства среднего машиностроения, где занимались атомной энергетикой, в Министерство энергетики, где привыкли подбрасывать уголь в топку. А уголь и уран — это сильно разные вещи. Это было фатальное управленческое решение. По сути, атомную электростанцию выдернули из ведомства, где была выстроена своя система образования, наука, система снабжения, своя милиция. Когда человек приходит на АЭС, первое, что он делает, это подписывает отказ от части гражданских прав. К нему прикрепляют человека, который будет за ним смотреть и в душе, и в туалете. Если новичок бросит что-то не туда, у множества людей возникнут проблемы, потому что на АЭС работает несколько систем канализации и кондиционирования воздуха. Это другая реальность. И когда росчерком пера объект из той реальности переносят в эту реальность, то катастрофа тем самым уже заложена.

## **Фукусима тоже пример организационной катастрофы?**

Безусловно. Если в Чернобыле у операторов на принятие правильного решения было тридцать секунд, то здесь — целые сутки. А если точнее, то сорок лет, потому что тот реактор, который накрыло волной, был крайне чувствителен и ненадежен по части взрыва водорода. Американцы предупреждали об этом сорок лет назад, они запретили использовать его в США и рекомендовали то же самое японцам. Японские чиновники рекомендацию проигнорировали. Более того, японские инженеры регулярно писали о том, что реактор рассчитан максимум на шестиметровую волну, в то время как в этих местах уже были две волны по десять метров и одна



в двадцать метров, и что неплохо было бы или защитить, или поднять соответствующие системы. Для такого реактора средняя цена — миллиард долларов. Чтобы поднять оборудование, требовалось около ста миллионов. Вот эти сто миллионов и пожалели. Аналогично было с Чернобылем. Эксперты говорили, что над всем реактором нужно поставить громадную крышку, которая в случае чего накроет реактор и не допустит распространения радиации. Стоимость крышки — это треть стоимости реактора. Пожалели денег. Каждый рубль, вложенный в прогноз и предупреждение аварий, по статистике, позволяет сэкономить от 10 до 1000 рублей, которые понадобятся, если беда случится.

У японцев были сутки на то, чтобы подвезти дизельные генераторы и начать охлаждать реактор, благо с генераторами и армией не было проблем. Но погубила организационная неразбериха, потому что бизнес должен был договариваться с государством, ведь реактор принадлежит частной компании. Помешало и то, что председатель МАГАТЭ — японец Юкия Аmano. И вместо того чтобы в течение первых часов доставить



туда лучших специалистов мира (они были готовы), он, полагаю, слушал своего премьера, какую информацию давать, какую не давать. Обычное дело.

**Вы хотите сказать, что организационная катастрофа разворачивается и в космическом ведомстве?**

Да, именно это я и хочу сказать. Абсолютно аналогичная катастрофа происходит сейчас в космическом комплексе России. Может быть, в НПО имени Лавочкина, ответственном за «Фобос-Грунт», и работают великие люди, но они никогда не занимались межпланетной навигацией. Два с половиной года назад от экспертов Академии требовали выпустить в полет «Фобос-Грунт». Но как же запускать сырой проект? Он не то что не вернется с Марса, он туда не долетит! А нам объясняли, что деньги уже потрачены, людей кормить надо. Давайте выпустим, а потом еще денег попросим. Тогда Эфраиму Лазаревичу Акиму, лауреату трех государственных и одной Ленинской премии, создателю и бессменному руководителю баллистического центра ИПМ, удалось настоять на своем. Ведь «Фобос-Грунт» — это его идея, его проект. Возможно, если бы он не покинул этот мир в 2010 году, то нынешний запуск не состоялся бы. Соответственно и катастрофы не было бы.

В данном случае организационная катастрофа заключается в том, что реализацию проекта поручили головной организации, которая не имела опыта в подобных делах. А опыт можно приобрести, решая конкретные задачи. Вместо того чтобы правильные организации, правильные люди, правильные императивы имели место, возобладали принцип «свои люди, свои заказы». Ситуация трагическая. А теперь руководители космической отрасли говорят: «Да какая разница, какой фундаментальной наукой заниматься, ну не получилось с Марсом, не очень-то и хотелось. Давайте на Луну переориентируемся». Становится понятно, что сегодня гигантскими структурами типа советского Министерства среднего машиностроения (а это было полтора миллиона человек, тысяча двести заводов, это огромная машина), руководят мелкие чиновники.

**Но ведь «Фобос-Грунт» вышел из-под контроля из-за конкретной технической ошибки.**

Верно, и эта ошибка была запрограммирована вторым уровнем катастрофы — кадровым. В свое время наш институт рассчитывал ядерное оружие. Компьютеров тогда не было. Первую атомную бомбу считали на логарифмической линейке. Л.П.Берия специально заказывал длинные стальные линейки, чтобы считали поточнее. Тогда работали очень талантливые физики, им линейек хватало. Следующие варианты бомбы уже считали на арифмометрах. На них работали несколько бригад женщин, которым задания выдавали математики. Три бригады работали совершенно независимо, общение между ними было категорически запрещено. Если результаты работы трех бригад совпадали, то двигались дальше. Если у кого-то результат иной, начинали искать ошибку. Причем искала ее каждая бригада. Был случай, когда две бригады сделали одну и ту же ошибку. Казалось бы, такого не может быть, однако

может. Необходима трех-четырёхкратная проверка каждого действия, предпринимаемого на орбите. Но, как говорят коллеги, кадров не хватает, чтобы три-четыре раза проверять. При переносе правильных команд на бортовой компьютер была допущена ошибка. Пять миллиардов долларов выброшены на ветер. Вот, собственно, и все.

**Но можем ли мы говорить о тенденции на одном примере?**

Пример, к сожалению, не единственный. Мы утопили три спутника ГЛОНАСС. Но ведь речь идет о технике, созданной еще в советские времена, запущенной тридцать лет назад. Проблема в том, что нынешние организации и квалификация людей не позволяют обслуживать технику, которая отработана до деталей. Кадры решают все. А что касается «Фобос-Грунта», то не досадно было бы, если бы мы столкнулись с чем-то новым, неожиданным. Это действительно область высокого риска. Но когда мы не закрыли воду или не выключили газ, это чертовски обидно. Это детское отношение к делу.

**Ключевая роль Института прикладной математики имени М.В.Келдыша РАН в проекте «Фобос-Грунт» не всем известна. Какая работа выпала здесь на долю математиков?**

Мы обсчитывали механику, баллистику, орбиты, посадку, управление. Словом — очень многое. На счету нашего института все отечественные космические проекты (конечно, в части компьютерных расчетов): первый спутник, человек в космосе, луноход, фотографирование обратной стороны Луны, мягкие посадки на Венеру и на Марс... В ИПМ работает один из трех российских центров управления космическими полетами, центр мониторинга космического мусора. Мы всегда мечтали о запусках к Венере, к Марсу, к Юпитеру и Сатурну.

У России нет ничего в дальнем космосе. Поэтому наш институт выступил с инициативой: давайте мы сделаем новую ракету, предложим новую схему полета, новый проект. Им и стал проект «Фобос-грунт». И ведь мы прошли свою часть пути, хотя работа выпала на сложные для страны годы, на последние пятнадцать лет. И не делать этого было нельзя.

Наш первый директор Мстислав Всеволодович Келдыш полагал, что будущее науки — это дальний космос. Потому что если мы будем делать такие вещи, как луноход, марсоход, «Фобос-Грунт», то это потянет за собой и микроэлектронику, и материалы, и новые технологии, и многое другое, что пригодится в земной жизни.

В 1970-е годы перед институтом поставили задачу обеспечить мягкую посадку на Марс. Мы начали работать и тут же выяснили, что традиционная астрономия знает координаты Марса с точностью 700 километров. А для того чтобы мягко сесть, нужна точность около 700 метров, то есть координаты планеты надо знать в тысячу раз точнее. В результате деятельности нашего института и некоторых других исследовательских центров случилась тихая революция — мы радикально повысили точность.

Сейчас есть удивительная возможность использовать эти отработанные технологии, которые стали достаточно дешевыми, чтобы обеспечить безопасность разных систем. Мы

можем в режиме реального времени фиксировать неравномерность и угловую скорость вращения валов, турбин, винта самолета и увидеть надвигающуюся катастрофу за секунды и минуты до того, как она произойдет. Этого достаточно, чтобы остановить турбину или двигатель. Если бы эту технологию использовали на «Челленджере», то система корабля остановила бы двигатели и люди не погибли бы. Существовавшая тогда система просто не успела это сделать.

### **Значит, можно было бы избежать и катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС?**

Да, можно было бы, если бы... Мы обращались в РАО ЕЭС России, предлагали. До сих пор храню ответ технического директора, который, наверное, и сейчас занимает какой-нибудь высокий пост. Он ответил, что у нас все замечательно, все под контролем, никаких дополнительных диагностик не требуется, спасибо, что обратили внимание, помощь не нужна.

Только один «Буран» — это полторы тысячи новых технологий, по-нынешнему, инноваций. Их можно брать и внедрять, с ними можно выходить на мировой рынок. Но ведь это должно быть кому-нибудь нужно! У нас утрачено очень важное чувство престижа страны. Как говорил Кеннеди, престиж страны — это человек на Луне и олимпийские медали. Вот это утрачено. А это ничем заменить нельзя, в том числе и деньгами.

### **Значит ли это, что математика по-прежнему остается царицей наук, которая всегда впереди?**

Роль математиков в технических достижениях оказалась действительно решающей. Представим себе министра или замминистра. К нему приходят зачем? За деньгами! Нужно финансировать вот это, вот это, а еще и это. Но он понимает, что на всех денег не хватит при всем желании. Поэтому, естественно, возникает вопрос: а что же главное, что выбрать? Во многих случаях разумнее идти не методом проб и ошибок, а смоделировать и посмотреть, получается ли задуманное хотя бы в модели, а затем уже принимать решение, заниматься ли этим. Немедленно выясняется, что, для того чтобы смоделировать вот эту вещь, нужны такие-то данные, а мы их не имеем, и надо вложиться, чтобы их получить. А вот эти данные замечательные, их у нас полно, но они не играют ключевой роли. Математики становятся системными интеграторами. Они помогают понять, каких знаний у нас не хватает, каких людей не хватает, каких технологий. Они могут поставить вычислительный эксперимент и предсказать наиболее вероятные последствия управленческих решений.

Представление о том, что математика в науке главная и самая большая, в нас закладывает школа. После ее окончания нам кажется, что математики в науке больше всего, химии и физики поровну, но вдвое меньше математики, а биологии еще вдвое меньше. Однако взрослая наука совсем не такая, какой кажется в школе. Недавно опубликованы данные по цитируемости научных статей, которые характеризуют, насколько широк научный фронт, насколько активно научное сообщество в разных отраслях науки (*Essential Science Indicators, Thomson Reuters*. — Примеч. ред.). Так вот, беспрецедентно высоко стоит молекулярная биология, 24 неких условных единицы, иммунология — около 20-ти, химия и физика — 10 и 8, а математика — 3, то есть где-то внизу. Мало того: есть две вещи, которые у нас в школьном курсе выпадают. Если 24 — это молекулярная биология, то психология и психиатрия всего лишь вдвое меньше (10), но больше физики. А междисциплинарные исследования — это примерно пятерка. Кстати, в России самые неразвитые науки (то есть развитые в пять раз меньше, чем в мире), — это междисциплинарные исследования, психология и психиатрия. Между тем главным объектом науки нынешнего века все больше становится человек.

### **Если признать, что молекулярная биология — это, в сущности, та же химия, то тогда наша любимая наука в абсолютном лидерстве.**

Вас это удивляет? Меня — нет. Вы ведь знаете, что химический факультет МГУ им. М.В.Ломоносова по совокупности показателей, таких, как количество научных публикаций, цитируемость, количество грантов, защит и так далее, самый сильный в университете. Помню, как в 80-х годах студенты психологического факультета МГУ оценивали IQ студентов разных факультетов. Самым высоким IQ был у химиков. Видимо, дело в том, что химия дает возможность работать головой и руками, придумать что-то и тут же сотворить, получить результат. А пространство для творчества гигантское: миллионы органических соединений, сотни тысяч неорганических.

Химия хороша еще и тем, что через пять лет учебы в университете молодому химику уже можно что-то доверить, он уже может работать и что-то создавать. А студент, поступивший в медицинский на кардиохирургию, начнет (по американским стандартам) делать операции на сердце не раньше, чем через пятнадцать лет. Очень длинный путь, не сравнить ни с физикой, ни с химией, ни с математикой, где человек может выйти на передний край довольно быстро.

Быстрые и успешные профессора химии оттягивают таланты на себя. Многие из них должны были бы прийти в молекулярную биологию, психиатрию, психологию. Талантов всегда мало, их надо искать. Ощущение, что каждый талант — огромная ценность, потеряно. Когда в средневековых городах рождался мальчик, то в ратуше обсуждали, кем он будет — золотарем, водовозом, кузнецом? Кто городу-то нужен? Подход правильный. Есть области, в которых талантов мало, но они там очень нужны.

### **Только таланты могут обеспечить нам достижения?**

Каждое крупное достижение обеспечивают три сорта людей. Должны быть сумасшедшие, фантасты и визионеры, которые мечтают о несбыточном. Давайте вспомним К.Э.Циолковского, учителя, который заново открывал высшую математику, создавал теоретическую физику, теорию газов, писал фантастические романы и придумывал первые космические ракеты. А что его вдохновило? Идеи Николая Федорова о том, что каждый человек — это сокровище и будущая наука должна оживлять умерших. Но если всех оживить, где они будут жить? Конечно, на других планетах. Вот Циолковский и занялся решением этой проблемы. В 1904 году Я.И.Перельман в своей книге «Межпланетные полеты» рассказал, как мы полетим на Марс, в 1936 году выходит девятитомная энциклопедия межпланетных полетов. Кажется, абсурд: страна занимается строительством заводов, чтобы делать сельскохозяйственную технику, а тут межпланетные полеты. Но ведь прошло совсем немного времени, и человек вышел в космос.

Второй сорт людей — энтузиасты, которые будут работать независимо от того, платят им или нет. В нашем институте, когда мы занимались баллистическими ракетами, на партийных и комсомольских собраниях прорабатывали беспочвенных прожекторов, которые говорили о спутниках и космических полетах. Но они продолжали думать и делать прикидки.

А потом приходят люди, которые понимают, что есть на кого опираться и проект может состояться. Когда Королев с Тихонравовым послали в высокие инстанции бумагу, что есть технические возможности для запуска спутника, им мудро ответили, что это так сразу не получится, что для этого нужно создавать целую отрасль, а к этому мы еще не готовы. Они адекватно оценивали ситуацию. А затем появился государственный человек М.В.Келдыш, который знал, что у него есть энтузиасты, есть профессионалы и есть люди, которые могут из сказки сделать быль. Он поддержал идею запуска



спутника, пошел наверх, и было решено создавать отрасль.

Сейчас мы испытываем дефицит всех трех категорий. И не только их. Люди, которые начинали космическую программу, рассказывают, что у нас ничего не было — материалов, двигателей, опыта, но была уверенность, что «мы там будем». А сейчас у нас есть все: расчеты, материалы, технологии, двигатели. Но нет самого главного — ощущения «мы там будем», нет энтузиастов и мечтателей.

Нам исключительно повезло с энтузиастами и профессионалами в космической отрасли советских времен. Сергей Павлович Королев оказался человеком выдающимся. Тогда, как и сейчас, были очень важны ведомственные приоритеты, имелись бюрократические барьеры. Разные части космического проекта были разбросаны по разным министерствам. Как это объединить? Есть два способа. Можно действовать как Берия — собирать всех нужных людей по разным отраслям, посылать в закрытые города и сажать за колючую проволоку. А второй способ нашел Сергей Павлович Королев. Благодаря удивительным организаторским способностям и пониманию людей ему удалось создать абсолютно неформальный орган — совет главных конструкторов, объединяющий десяток человек. Один занимается электроникой, другой стартовым столом, третий двигателем. Служение делу было настолько велико, что если решения принимали, то люди в рамках своих министерств и полномочий, жертвуя очень многим, проводили их в жизнь. Как только не стало этого органа, не стало и людей, которые берут на себя ответственность и руководствуются интересами дела, а не принципом «свой-чужой». Я думаю, что если бы С.П.Королев прожил дольше, то на Луне мы были бы первыми. Роль личности в истории абсолютна.

#### **Почему наше общество не производит мечтателей?**

Общество не может держаться только на одном векторе, который называется «деньги». Лозунг поп-дивы Мадонны «разбогатеть любой ценой или умереть в борьбе за это» каждый день вколачивают в наши мозги. Однако человек многомерен по своей природе, у него много устремлений. Если он что-то доказал, что-то сделал, то это зачастую не измеряется деньгами. Помните, как у нас зазывали в Сколково? Мы будем платить большие деньги! Знаете, что ответили Гейм и Новоселов? Да не в деньгах дело. Здесь, в нашей лаборатории в Манчестере, уже все налажено, здесь коллектив, здесь все идет. В свое время Фейнману предложили сумасшедшую зарплату в Чикагском университете. Он отказался: если у меня будет слишком много денег, то будет слишком много соблазнов и на физику просто не останется времени.

Нам навязывают ощущение, что деньги позволяют купить все и что это единственная ценность. Помню, в 90-е годы в «Московском комсомольце» была дискуссия, сколько нужно платить сотрудникам ГИБДД, чтобы они не брали взятку. С удивлением выяснили, что нет такой суммы. Действительно, у нас другая цивилизация, и нам нужен свой второй орт, вектор — честь, ощущение правильности и нужности того, что ты делаешь. У нас всегда роль закона выполняли культура и совесть. Но поскольку мы говорим, что деньги решают все, это губит мечту в корне.

#### **В Америке есть мечтатели? Или мы и они очень разные?**

Есть, но они другие. У нас был телемост с Хьюстоном, штат Техас, с центром Ричарда Смоли, нобелевского лауреата по химии, открывшего фуллерен. Я спросил, какова ваша научная стратегия. Один из ответов был очень хорош: «Наш создатель умер от рака, и мы понимаем, что это наш долг на основе нанотехнологий организовать адресную доставку лекарств и победить эту болезнь. Это важно для нас, это важно для людей, это у нас в душе». Стало понятно, что они это сделают.

Но мы действительно отличаемся от них, мы другие. У нас



другой уровень общности. У нас общее выше личного, у нас одиночка не выживает. Мы действительно другой народ. Каждому из нас важно ощущать, что то, что мы делаем, нужно еще кому-то. У нас совершенно другая психология. Почему мы другие? Да потому, что мы живем в зоне рискованного земледелия. Иногда день год кормит, а иногда работа в течение года не дает результата. Поэтому когда каждый за себя, наше общество не выживает. По продолжительности жизни мужчин мы сейчас на 130-м месте в мире. В женщину Бог заложил смысл от рождения, а мужчине его надо найти. И если этого смысла нет, то можно пить, не дорожить жизнью и так далее. У него нет будущего, нет мечты, нет понимания, куда мы идем, что строим, для чего мы живем.

#### **Понятно, мечтать разучились. А что с энтузиастами? С ними у нас, кажется, никогда не было проблем?**

У нас действительно благодатная почва для энтузиазма, потому что в нас еще живо любопытство. Но энтузиазм требует, чтобы люди любили науку в себе, а не себя в науке, как говорил Ландау. Именно поэтому общий успех — это праздник. А сейчас все свелось к локальным, личным успехам, научное сообщество разобщено, каждый занимается только собой. В 1912 году средняя ожидаемая продолжительность жизни мужчины в России была меньше 30 лет. Сейчас около 60-ти. Получена еще одна жизнь, но на что она уходит? Выясняется, что на любимых женщин и детей мужчина тратит 45 минут в сутки, и 3 часа 40 минут — на сидение у телевизора или компьютера. Иными словами, живет чужой, виртуальной, призрачной жизнью. Казалось бы, в стране работать некому, дел — начать и кончить. Огромные вызовы перед человечеством, а у человека в мертвелей душе ничего не отзывается.

Энтузиазм губит масса конкретных вещей. Например, ЕГЭ. Мы научили людей врать, имитировать знание и понимание. Сто шестьдесят тысяч школьников, по независимым оценкам, обращалось к Интернету, сдавая ЕГЭ в прошлом году.

Я разработал учебный курс «Междисциплинарные подходы в нанотехнологиях», который предусматривает, что его слушатели делают доклады и пишут рефераты на одну из предложенных тем. Я рассчитывал, что многие остановят свой выбор на «Обосновании темы моей нобелевской работы». А вот и нет. Вчера выступала девушка с докладом на тему «Апгрейд человека». Мне казалось, что речь пойдет о внешних данных, об интеллектуальных и иных способностях человека, которые можно сильно улучшить и расширить с помощью самых фантастических технологий. А рассказывала она о пяти или шести способах, как обмануть ЕГЭ: вживлении компьютеров, установке специальной линзы на глазное яблоко, телепатии, считывании сигнала со связок, когда ты говоришь, не открывая рта. «Представляют, вам подсказывают, а никто не слышит и не знает!» — восхищалась докладчица.

Другой доклад был посвящен космической программе России и мира. Я рассчитывал, что сейчас мне расскажут, куда идти в космосе, чего молодежь-то хочет. Блестящее выступление было посвящено совсем иному — воровству в НАСА. «Почему мы ругаем наш Роскосмос, у них ведь то же самое!» — говорил юноша с горящим взглядом.

**Ответ на вопрос, почему у нас дефицит профессионалов, уже понятен — деградация образования. Верно?**

Да, мы превратили образование в фикцию. Налогоплательщики, на чьи деньги учатся бюджетники в вузах, полагают, что студенты в течение пяти-шести лет овладевают знаниями и осваивают науки. Глубочайшее заблуждение! Я могу рассказать о трех факультетах — мехмате, факультете вычислительной математики и кибернетики и физическом. Есть исключения, но в среднем картина такова. Человек заканчивает два курса и приобретает специальность, как он шутит, слесаря-программиста. После этого он начинает зарабатывать деньги на неполной рабочей неделе — 800—1000 долларов в месяц. И все, дальше он перестает учиться. Мы делаем вид, что мы его учим, а он делает вид, что учится.

Вчера я целый вечер упрощал экзаменационные билеты, чтобы человек, прослушавший треть курса, мог хоть что-то ответить. А крыть нечем. Одни говорят, что им нужно подрабатывать, другие — что после окончания они все равно пойдут работать в банки, поэтому все это им неинтересно и ненужно и так далее. Мы делаем вид, что готовим специалистов, а ведь это неправда. Мы их готовим вдвое, втрое меньше. Это радикально отличается от того, что делает Китай или Америка. Вот данные, которые были в «Вестнике Российской академии наук». Еще десять лет назад 40% выпускников факультета вычислительной математики и кибернетики хотели создавать новые операционные системы, новые программные продукты, идти в науку. А вот несколько лет назад из 400 человек уже не 40%, а девять, и не процентов, а человек. Идея Фурсенко, что нам нужны не квалифицированные специалисты, а квалифицированные потребители, дает прекрасные всходы.

Вчера беседовал с заведующим одного из отделов нашего института и поинтересовался, почему мало молодежи. «Не могу работать с молодежью, они меня все время кидают. Мы начинаем большую задачу, большое серьезное дело, я вкладываю в этого человека, а он вдруг находит более высокооплачиваемую должность совсем в другом месте. У меня срывается задача, я вынужден делать какой-то суррогат». Мы живем в таких условиях, когда любой коллектив, который выращивает настоящих профессионалов, на вес золота. Не так важно, в какой области. Если в жизни есть что-то настоящее, то к этому настоящему будут тянуться. А если настоящего нет, то и жизни нет.

**Что надо делать, чтобы вернуть обществу мечтателей, энтузиастов и профессионалов? Вернуть жизнь?**

Во-первых, надо прекратить врать на всех уровнях. Если мы, по сути, выдаем не полноценный диплом, а некий полуфабрикат, треть диплома, то так об этом и заявлять. Или, например, я бы каждый день передавал, где находится Россия в мире: 130-е место по продолжительности жизни мужчин, 124-е по качеству здравоохранения и так далее.

Во-вторых, немедленная отставка Фурсенко и всех людей, отвечающих за образовательный блок в стране. Коней на переправе не меняют, а ослов можно и нужно менять, как говорил известный российский политик. Тем более что результат деятельности любого чиновника в образовании становится

понятным уже через полтора года. И неплохо было бы подвести итоги и понять, как мы дошли до жизни такой — страна, которая 20 лет назад была в первой пятерке по способности школьников читать, сегодня оказалась на 64-м месте.

Героями дня на телевидении должны стать не леры кудрявцевы, а талантливые и умные люди, которые сделали в этой жизни что-то полезное. Телевидение должно толковать об образовании, о науке, о том, что человек может состояться и многое сделать, что-то придумать, сам!

Необходимо установить обратную связь между обществом и властью, чтобы власть видела, что обществу нравится, а что нет, как оно оценивает успехи руководства страной. Пока что ситуацию можно описать известной формулой: «Письмо писано, но не читано, читано, но не понято, понято, но не так».

И конечно же необходимо с завтрашнего дня начать обращаться с людьми не как с малыми детьми, которых надо успокаивать, которым нужно показывать игрушку, все время смешить и веселить. Лучше расскажите нам, где наше место в области качества жизни, в сфере образования, и объясните — почему. Давайте честно скажем, куда мы хотим прийти через пять, через десять лет. А через год напомним, и через два напомним, и спросим себя, куда ли мы пришли, куда хотели. Так планирует жизнь взрослый человек.

А что делает наше правительство? Ощущение такое, что оно упиваются процессом, а не результатом. Процессом могут упиваться дети: поиграл — и не важно, чем это закончилось. В результате правители делают вид, что руководят нами, а мы делаем вид, что подчиняемся. Знаете, чем мы сегодня занимались в институте? Его переименованием. Теперь мы будем называться Федеральным государственным бюджетным учреждением науки ФГБУН. Зачем?! А если не изменить, объясняют чиновники, то с нового года не будут платить зарплату. «Я начальник — ты дурак». От этой ужасающей формулы необходимо отказываться.

Мы все родом из прошлого. Утверждение «мы стали умнее, чем были вчера» ложно. Вчерашние проблемы решали очень сильные, очень яркие, очень талантливые люди. Давайте анализировать, как они это делали, а не прикрываться словом «модернизация». Мы сейчас дотянули свой ВВП до уровня РСФСР советского периода на 90—95%, то есть 20 лет для экономики потеряно. Это не модернизация, это нечто не совсем приличное. Возьмем, к примеру, страну, которую за плохое поведение, хулиганство и развал исключили из состава другой страны. Они посидели, подумали, у них нет ресурсов, они даже питьевую воду вынуждены импортировать, и решили, что надо заниматься модернизацией — надо вложиться в образование, вложиться в науку и создать промышленность следующего технологического уклада. И ВВП увеличился с 700 миллионов долларов до 200 миллиардов — пятая часть России по ВВП. Эта страна — Сингапур. И это — модернизация. Но язык не поворачивается сказать: давайте равняться на Сингапур. Стыдно. И за державу обидно. За великую державу.





# Новые химические элементы: академик и фермер

*ИЮПАК вынес на рассмотрение названия для элементов 114 и 116. Если химическая общественность их одобрит, то в Периодической таблице появятся флёрвиум и ливермориум.*



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

**В**первые химический элемент назвали именем ученого в 1880 году. Это был гадолий (№ 64 в Периодической таблице), названный в честь финского химика и минералога Юхана Гадолина (1760—1852). Элемент самарий (№ 62) был назван в 1879 году по минералу самарскиту, а тот, тремя десятилетиями ранее, — по имени горного инженера Василия Евграфовича Самарского-Быховца (1803—1870). Затем для «именных элементов» наступил длительный перерыв. Лишь в 1944 году группой американских физиков во главе с Гленном Сиборгом был открыт элемент № 96, названный кюрием, в честь Пьера и Марии Кюри. В 1953 году последовали эйнштейний (№ 99) — в честь Альберта Эйнштейна и фермий (№

100) — в честь Энрико Ферми. В 1955 году был синтезирован менделевий (№ 101), затем появились нобелий (№ 102, в честь Альфреда Нобеля) и лоуренсий (№ 103, в честь создателя циклотрона Эрнеста Орландо Лоуренса). По поводу элемента № 104 долгие годы шли споры о приоритете открытия и о названии: отечественные ученые предлагали курчатовий, американцы — резерфордий, Международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) был за дубний. В конце концов № 104 остался за резерфордием, а дубнием стал элемент 105. Затем были синтезированы № 106 — сиборгий (в честь американского физика Гленна Сиборга), № 107 — борий (в честь датчанина Нильса Бора), № 109 — мейтнерий (в честь австрийского

физика и радиохимика Лизе Майтнер), № 111 — рентгений (в честь немецкого физика Вильгельма Конрада Рентгена), № 112 — коперниций (в честь польского астронома Николая Коперника).

Более десяти лет назад российские ученые синтезировали первые сверхтяжелые нуклиды элементов № 114 и в сотрудничестве с Ливерморской национальной лабораторией США — № 116 (см. статью «Путь к острову стабильности» в № 11 за 2002 год; для элементов 113, 115 и далее пока нет достаточно убедительных доказательств получения). До получения официального имени они называются просто числительными с латинскими и греческими корнями: унунквадий (Ununquadium, Uuq) и унунгексий (Ununhexium, Uuh). Ученые предлагали для этих элементов названия флёрвий, в честь русского физика Георгия Николаевича Флёрова, основателя Объединенного института ядерных исследований в Дубне и руководителя группы, синтезировавшей элементы с номерами от 102 до 110, а также московий и ливерморий. Были предложения назвать новые элементы в честь Леонардо да Винчи и Галилео Галилея.

В июне 2011 года открытие новых элементов было официально признано ИЮПАК, а в начале декабря 2011 года новые названия: Flerovium (символ Fl) и Livermorium (символ Lv) вынесены на рассмотрение научной общественности. Остается добавить, что город Ливермор в штате Калифорния, около которого расположена Ливерморская национальная лаборатория, носит имя фермера Роберта Ливермора, эмигрировавшего в Калифорнию из Англии в 1816 году.

Вероятно, через пять месяцев, если не поступят новые обоснованные предложения, в Периодической таблице появятся имена основателя ОИЯИ и простого американца, который ничего не знал о химических элементах. А пока у российских ученых есть шанс «исправить» англоязычное название флёрвия на Flerovium, в соответствии с его звучанием на русском языке.

Кандидат химических наук

**И.А.Леенсон**



# ПВХ — старейший искусственный материал

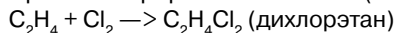
Сегодня поливинилхлорид (ПВХ) — один из самых распространенных полимеров: из него получают свыше 3000 видов материалов и изделий, которые используют в электротехнической, легкой, пищевой промышленности, тяжелом машиностроении, судостроении, сельском хозяйстве, медицине и в производстве стройматериалов. Мы сталкиваемся с ПВХ десятки раз в день, даже порой не зная этого, а поскольку он гораздо дешевле своих аналогов, заменить его в обозримом будущем чем-то другим вряд ли удастся. Каков «цикл жизни» самого старого искусственного полимера, почему некоторые изделия из него плохо пахнут и не опасен ли он для нашего здоровья, рассказал нам один из главных разработчиков технологии получения винилхлорида в России, генеральный директор ООО «НИИ центр «Синтез», доктор химических наук Юрий Анисимович Трегер.

## Химия и технология

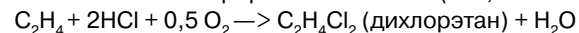
Чтобы стало понятно, откуда взялись «страшилки» про ПВХ и почему он бывает разного качества, надо начать рассказ с исходного вещества, из которого его получают, то есть с мономера винилхлорида. Впервые его еще в 1835 году синтезировал немецкий химик Юстус Либих. Через 40 лет немец Ойген Бауман получил из винилхлорида полимер, а в 1912 году Фриц Клатте запатентовал промышленный метод его производства. По сравнению с легковоспламеняющимся целлулоидом ПВХ имел огромные преимущества. Первая мировая война помешала Фрицу Клатте заняться подробным исследованием свойств ПВХ, поэтому его промышленный синтез из ацетилена осуществили только в 1930 годах.

Современную технологию получения винилхлорида, которую почти во всем мире (кроме Китая) используют и сегодня, придумали в американской фирме «Дау кемикал» в начале 1950-х годов. Там создали сбалансированную схему по хлору (это очень важно, поскольку хлороводород, который получается на третьей стадии, расходуется на второй), в которой одной из стадий было окислительное хлорирование этилена.

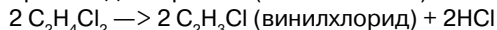
Прямое хлорирование этилена (кат.,  $T=60-120^{\circ}\text{C}$ )



Окислительное хлорирование этилена (кат.,  $T=210-250^{\circ}\text{C}$ )



Крекинг дихлорэтана ( $T=480-520^{\circ}\text{C}$ )



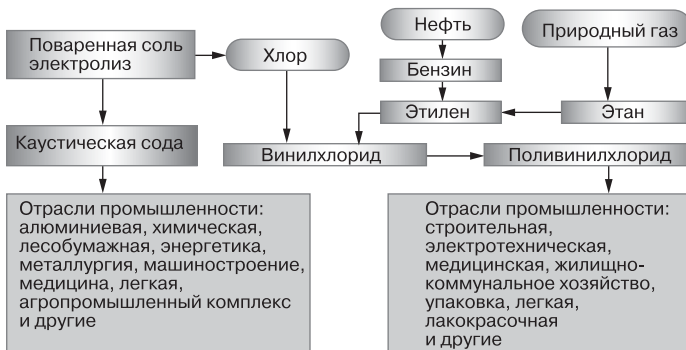
Этилен производят из нефти или природного газа, а хлор получают после электролиза поваренной соли, которой на Земле достаточно много. В общем, сама схема производства ПВХ из этилена довольно экономична, и отходов в ней практически нет (см. схему). На основе этой схемы мы разработали свою технологию, и по ней, в частности, работает завод «Каустик» в Стерлитамаке.

После последней стадии пиролиза винилхлорид надо очищать, поскольку помимо него в смеси присутствуют еще 15—20 разных побочных продуктов, хлористый водород и непрореагировавший дихлорэтан (его конверсия — около 50%). Поэтому производство винилхлорида предполагает



еще и большую схему очистки, включающую несколько колонн ректификации. В итоге должен получиться очень чистый винилхлорид. Только в этом случае примеси не помешают полимеризации и получится хороший полимер ПВХ. Если же винилхлорид будет не очень чистым, то для того, чтобы полимеризация все же произошла, придется дополнительно добавлять в смесь инициаторы и добавки. И все равно качество полимера будет оставлять желать лучшего, поэтому положение пытаются спасти с помощью избыточного количества пластификаторов и других химических соединений. Но об этом подробнее в главе «Пахнет Китаем».

В России чистый винилхлорид получают в Стерлитамаке и Саянске — там, как уже упоминалось, его делают по схеме, сбалансированной по хлору. На волгоградском «Каустике» винилхлорид синтезируют по старой технологии (из смеси этилена и ацетилена), но все же качество его неплохое.





Производство полимера	Млн. тонн в год, в мире	Млн. тонн в год, в России
Полиэтилен (ПЭ)	65	1,25
Полипропилен (ПП)	50	0,5
Поливинилхлорид (ПВХ)	40	0,6



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Всего в России из отечественного винилхлорида производят около 600 тысяч тонн ПВХ в год. Нужно нам в два раза больше — 1,2 млн. тонн. Поэтому импортируем мы поливинилхлорида почти столько же, сколько получаем сами.

Зачем нам так много? ПВХ — третий по популярности полимер после полиэтилена и полипропилена. Причем последнему он уступил второе место совсем недавно (см. таблицу).

Поскольку поливинилхлорид очень мало разлагается со временем (срок службы больше 50 лет), проявляет стойкость и при плюсовых, и при минусовых температурах, стоек к кислотам и щелочам, существенно хуже загорается по сравнению со своими собратьями и легко принимает любую форму, то из него делают множество разных изделий. Большая его часть (почти 45%) идет на профильно-погонажные изделия, а точнее, на материалы для строительства и транспортного машиностроения: окна, сайдинг, виниловую вагонку, профили строительного назначения, обкладки, заполнители и прочее. Почти 20% идет на производство пластикатов — мягкого, термопластичного полимера на основе ПВХ (в него добавляют пластификаторы), из которого делают изоляцию для проводов и кабелей, эластичные профили, ленты, трубки, шланги, втулки, мембраны и прочее. Из ПВХ также изготавливают напольные и настенные покрытия (14%), разные пленки (11%), трубы (3%), тару (пленки, бутылки, крышки), изделия медицинского назначения (контейнеры для крови и внутренних органов, катетеры, трубки для кормления, приборы для измерения давления, хирургические перчатки и маски, шины, блистер-упаковки для таблеток и пилюль), детские игрушки, кредитные и телефонные карточки, спортивное оборудование (мячи, экипировку), одежду, сумки, обувь, тубики для зубной пасты, мобильные телефоны и аксессуары и многое другое.

В зависимости от того, для каких целей и области надо получить полимер, выбирают способ радикальной полимеризации. Ее можно проводить в массе, эмульсии или суспензии. ПВХ, полученный в массе или суспензии, используют для производства жестких материалов, а также полумягких и мягких (пластикаты). Полимер, полученный в эмульсии (пастообразующие сорта), идет на производство искусственной кожи, пенопластов и прочего.

Фантастическое разнообразие более-менее понятно, но про трубы хочется сказать отдельно, поскольку в этой отрасли мы катастрофически отстаем от развитых стран. В США и Канаде на трубы идет до 44% поливинилхлорида, в Европе — 23%, в Азии — 40%. А в России только 3%. У нас предпочитают трубы делать из железа, которое быстро корродирует, и потому их можно менять каждое лето. На это существует довольно влиятельное «металлургическое лобби», которое очень долго всех убеждало, что металлические трубы лучше. Только сейчас ситуация начинает меняться. Полимерные трубы у нас делают в основном из полиэтилена, который в два раза дороже ПВХ, а также из полипропилена, который еще дороже полиэтилена. Конечно, для питьевой воды лучше использовать полиэтилен и полипропилен, но для всех технических нужд целесообразнее брать дешевый ПВХ, поскольку эти материалы чрезвычайно близки по свойствам. А ведь техническое водоснабжение, канализация и вспомогательные подводки — это почти 80% труб. Собственно, так и делают почти везде — например, в Германии прокладывают огромную трубу ПВХ с люками для ремонта, внутри которой расположены все остальные коммуникации (вода, пар, электрика). Поэтому никто не перекрывает горячую воду летом ни на месяц, ни на две недели.

Причина, по которой ПВХ в два раза дешевле полиэтилена, очень проста. Расходный коэффициент этилена для производства ПЭ — единица. Сколько вы возьмете этилена, столько получите и ПЭ. А ПВХ из этилена получается в два раза больше, поскольку в молекуле есть еще хлор. Хлор же — фактически побочный продукт при производстве каустической соды, которая очень нужна в металлургии, в пищевой промышленности и во многих других отраслях. Поэтому поливинилхлорид всегда будет дешевле, чем полиэтилен и полипропилен.

Пахнет Китаем

Вернемся к качеству. Почему иногда так противно пахнет пластик и почему все так ругают китайские игрушки? Дело в том,







что качество ПВХ, как уже говорилось, зависит в основном от качества мономера. Конечно, и от самой полимеризации — какие при этом добавляют инициаторы, ингибиторы и прочие добавки. Но мономер несравнимо важнее. Если в нем есть примеси, то это затрудняет полимеризацию и полимер получается с недостаточно длинными цепочками. Кроме того, в нем остаются вкрапления исходного, не вступившего в реакцию винилхлорида. Чтобы он не выделялся из массы, в полимер добавляют дополнительное количество пластификаторов и стабилизаторов. Они-то и пахнут.

Пять-шесть лет тому назад Китай сделал рывок и обогнал по производству ПВХ даже мирового лидера — США. В Китае построили большое количество установок, которые сейчас суммарно производят 15—16 млн. тонн ПВХ в год (США примерно 8—9 млн. тонн). Из этого количества максимум 3 млн. делают по той технологии, о которой мы рассказывали, а остальные 12—13 млн. тонн — из ацетилена, полученного из угля, которого в Китае много (а не из нефти и газа). Уголь смешивают с  $\text{CaCO}_3$ , после чего образуется карбид кальция  $\text{CaC}_2$ . После реакции карбида с водой получается ацетилен, а потом винилхлорид:  $\text{CH} \equiv \text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ .

В последней реакции (ацетилен + хлористый водород) выделяется много тепла, поэтому проводить ее в большом реакторе не получается — слишком его сложно охладить. Даже 8—10 тысяч тонн винилхлорида получить в одном аппарате — уже проблема. А что говорить о 200 тысячах тонн! Решение — маленькие реакторы с единичной мощностью 2,5—3 тысячи тонн. Соответственно китайцы ставят сотни реакторов, уследить за соблюдением условий и режимом в которых очень сложно. В одном аппарате можно наладить и контролировать стабильный процесс, а в сотне маленьких уловить соотношение компонентов, чтобы конечный продукт соответствовал стандартам качества, — труднейшая задача. После выхода из десятков — сотен реакторов винилхлорид смешивают, поэтому окончательное его качество предсказать сложно. Второй момент — это очистка, которая составляет существенную долю технологического процесса. Когда работают небольшие мощности со сравнительно малой производительностью, то хорошую ректификацию сделать трудно. Соответственно последняя стадия — маленький полимеризатор, в который необходимо с избытком добавлять инициаторы и пластификаторы, чтобы получился продукт с причудливыми потребительскими свойствами. Такой полимер пахнет весь срок службы.

Если для промышленных товаров еще как-то стараются отобрать ПВХ лучшего качества, то для детских игрушек, которые, как правило, делают маленькие фирмы, особо жесткого контроля нет. У Китая огромные потребности на внутреннем рынке, но и продают они много, давая при этом почти всегда лучшую закупочную цену. Мы закупаем у них полимеры в большом количестве. Правда, в последние два года импортный китайский ПВХ уступил американскому процентов двадцать. В США разработали технологию получения этилена из

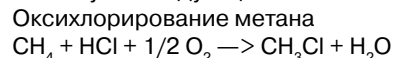
сланцевого газа, из которого получают более дешевые углеводороды. Соответственно и ПВХ из такого этилена по цене может конкурировать с китайским. В США используют современные технологии, сбалансированные по хлору, и качество ПВХ хорошее — поэтому, конечно, лучше было бы импортировать его больше.

## Новые технологии

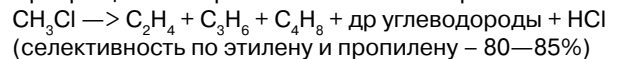
Казалось, почему бы нам не делать самим весь ПВХ, вместо того чтобы закупать его в Китае? Для этого нужно больше винилхлорида. И заводы хотели бы его делать, поскольку хлора у них достаточно. Проблема в том, что нет этилена. Нефти на нефтепереработках уже не настолько много, чтобы получать из нее газы — этилен и пропилен. Есть природный газ, который содержит в основном метан. Но у нас есть месторождение, в котором до 4,5% этана (в Восточной Сибири). В Америке и Канаде считают, что если этана в природном газе до 2,5%, то уже выгодно делать из него этилен и дальнейшие продукты. Сегодня в США и Канаде до 40% полиэтилена и поливинилхлорида производят из этана, выделяемого из природного газа. У нас же только одно такое производство в Татарстане.

Кстати, для производства олефинов можно использовать и метан из природного газа, поскольку сейчас разработаны новые методы получения этилена и пропилена из метана. Есть американская технология: метан — синтез-газ — метанол — этилен и пропилен. В Норвегии и Бельгии уже работают опытные установки по этой технологии. Китайцы ее скопировали, но пошли своим путем: уголь — синтез-газ — метанол — этилен и пропилен. У китайцев по этой технологии уже работают два завода, на которых получают по 300 тысяч тонн этилена и пропилена в год, и два завода, на которых получают только пропилен.

В России все сложнее. Мы в нашем НИИЦ «Синтез» создали технологию получения углеводородов из метана через хлористый метил и третий год пытаемся создать опытную установку по следующей схеме:



Преобразование хлористого метила в олефины



Хлористый метил лучше, чем метанол, пиролизуется в этилен и пропилен. Кроме того, проблема в том, что когда пиролизуется метанол, то образуется десятка полтора кислородсодержащих продуктов (оксигенатов). Выделение их из продуктов реакции — это почти треть технологической схемы. У нас же хлористый водород, который образовался при пиролизе хлористого метила, возвращается на первую стадию. Надеемся, что удастся когда-нибудь запустить это производство. Собственно, вариантов немного — ведь нефти все меньше, а углеводородов нужно все больше, и не только на производство полимеров.



## Химические страшилки

Спросите поисковую систему в Интернете о любом продукте химического синтеза, и химophobia вам обеспечена. Это касается и ПВХ. Начнем с того, что исходный винилхлорид в самом деле довольно ядовит, что признано всеми официальными организациями. Он поражает центральную нервную систему, и доказано, что при длительном постоянном воздействии он вызывает редкий рак — ангиосаркому печени. По поводу остальных видов рака обсуждения ведутся, но четко это не считают доказанным. Когда это обнаружили в 1974 году, то на производствах ввели максимальную автоматизацию, чтобы рабочие контактировали с продуктом как можно меньше. Самой опасной для здоровья операцией была очистка реакторов, но это давно делают роботы. В 1978 году в Европе приняли, что на производствах содержание винилхлорида в воздухе должно быть не больше 3 ppm (у нас почти на порядок меньше — 1 мг/м<sup>3</sup>).

Практически весь винилхлорид (98%) идет на производство полимера, а связанный в длинные цепочки, он теряет свою токсичность. ПВХ очень химически стоек и практически не разлагается, поэтому тот мономер, который вступил в полимеризацию, из рассмотрения выбывает (неправду пишут на некоторых сайтах, что в первую неделю ПВХ начинает разлагаться и выделять ядовитый мономер). Значит, речь может идти лишь об остаточном, не вступившем в реакцию винилхлориде. До середины 70-х годов не только в СССР, но и в Европе с этой точки зрения получали плохой ПВХ. Мономера в нем оставалось довольно много, и он постепенно выделялся. Когда на Западе забили тревогу, технологи решили эту проблему. В 1995 году Европейское объединение производителей винила (ECVM) приняло норматив, по которому у суспензии ПВХ для пищевых и медицинских целей должно оставаться не больше грамма исходного винилхлорида на тонну продукта, а в суспензии, предназначенной для промышленных нужд, не больше пяти граммов винилхлорида на тонну. Качество российского ПВХ сегодня соответствует европейским стандартам. Кстати, именно поэтому в пищевой таре не рекомендуют хранить продукты. Впрочем, практически всю пищевую тару (бутылки) сейчас делают из полиэтилентерефталата (ПЭТ), полиэтилена или полипропилена. Больше из предосторожности (чтобы не спорить с общественностью), чем из-за исчезающих количеств винилхлорида. Помимо остаточного винилхлорида опасными могут быть пластификаторы, о которых речь ниже и которые добавляют во все полимеры.

Мягкий ПВХ получают с добавлением пластификатора — как правило, это различные фталаты. По поводу пластификаторов европейская общественность забила тревогу в начале 2000-х годов, ведь именно из мягкого ПВХ делают детские игрушки и медицинские изделия — например, системы для переливания крови. Поскольку они находятся в постоянном контакте со слюной или другими жидкостями, то пластификаторы могут частично мигрировать в организм. В 2006 году Европейский

союз запретил применение шести видов низкомолекулярных пластификаторов (от трех до шести атомов углерода) в детских игрушках. В том числе запрещен DEHP (диэтилгексилфталат), который, как считают, похож на человеческие гормоны, а потому особо опасен. Исследование 2008 года дало осторожный вывод, что использование DEHP в медицинских изделиях (капельницы и прочее) также может быть вредным для тяжелобольных, особенно для недоношенных детей с маленькой массой. Для медицинских материалов рекомендовали применять другие пластификаторы, но не в законодательном порядке. Вообще последние десять лет передовые европейские и американские производители стараются использовать высокомолекулярные пластификаторы, которые себя не скомпрометировали.

Почему-то считается, что если органическое соединение содержит хлор, то обязательно будут диоксины. Но диоксинов в ПВХ нету — нет условий для их образования.

А если пожар? Это уже ситуация экстремальная, ее надо всячески предотвращать — ведь что бы ни горело, пользы для здоровья не ждите. При горении любых материалов (дерева, других полимеров) выделяются вредные вещества, и по статистике люди гибнут в основном от угарного газа. ПВХ воспламеняется существенно хуже других полимеров (не говоря о дереве и ткани), и при его горении образуются в основном CO<sub>2</sub> и HCl. Сейчас во все пластики еще дополнительно добавляют антипирены — специальные вещества, подавляющие горение.

Важный вопрос — утилизация ПВХ, поскольку, повторим еще раз, он не разлагается. Его надо сжигать в специальных печах при высоких температурах — 1250° C (время не менее 2 сек.) и избытке кислорода. Тогда не будут образовываться диоксины (подробнее см. «Химию и жизнь», 2011, № 11) — так делает весь мир, и это совершенно безопасная технология. Поскольку у нас таких установок нет, мы ПВХ просто складировать. Очень небольшая его часть идет на вторичную переработку, хотя физические свойства ПВХ это сделать позволяют.

Европа пошла дальше. До 2000 года там также считали, что отработанный ПВХ должен идти на свалку или в печь. Потом европейские производители ПВХ (не государство!) запустили проект Vinyl2010, который должен был обеспечить возвращение в строй тем или иным способом до 200 тысяч тонн отработанного ПВХ ежегодно. К проекту присоединились добровольцы, были созданы специальные пункты сбора — в результате по факту удавалось переработать и использовать повторно 260 тысяч тонн ПВХ в год. Сейчас производители взяли на себя новое добровольное обязательство (новый проект VinylPlus), согласно которому до 2020 года они обязуются возвращать в строй 800 тысяч тонн ПВХ каждый год. В этом плане нам еще есть над чем поработать.



# Принести людям цвет

Кандидат химических наук

**И.А.Болдырев**

(ivan@lipids.ibch.ru)

## Вино и тоник

Когда-то очень давно, когда Джордж Габриель Стокс только окончил Кембриджский университет (1841), а Николай Николаевич Зинин изобрел простой способ получения анилина (1842), мировая фармацевтика получала, наверное, первую свою сверхприбыль. Все дело было в коре хинного дерева, содержащей хинин — универсальное лекарство против малярии. Учитывая размах колониальных войн, потребность в этом веществе исчислялась тоннами, а цена из-за монополии Ост-Индской компании на плантации хинного дерева могла быть сколь угодно высокой. Раствор хинина в воде под названием «тоник» до сих пор продается в любой палатке. Однако в воде удаётся растворить не очень много хинина. Лучше использовать что-нибудь алкогольное, например вино. Если в Индии и Африке раствор хинина в вине применяли, по всей видимости, в терапевтических целях, то повсеместное употребление коктейля «джин-тоник» в Англии оправдывалось целями профилактическими.

Хинин обладает флуоресценцией — попросту говоря, может светиться. Он поглощает невидимые человеку ультрафиолетовые лучи, а испускает очень чистый, почти волшебный голубой свет (рис. 1). Кстати, лучше всего наблюдать флуоресценцию хинина именно в спиртовых растворах, в них она гораздо ярче. Об испускании света раствором хинина впервые сообщил в научном журнале Джон Хершель (1846). Чуть позже (1852) Стокс, который стал к тому времени профессором Кембриджского университета, доказал, что при флуоресценции поглощается свет одной длины волны (одного цвета), а испускается свет другой длины волны (другого цвета).



Опыт Стокса был очень прост: на одной линии он расположил синее витражное стекло (такое стекло не пропускает никакой свет, кроме синего), стакан с тоником и бокал с белым вином. У белого вина соломенный цвет, через него, наоборот, проходят лучи всех цветов за исключением синих. Если теперь посмотреть на солнечный свет сквозь вино, тоник и синее стекло, то будет видно, как светится бокал с тоником. Если же вместо тоника в стакан налить обычную воду, то никакого свечения видно не будет.

Стокс патриотично опубликовал свою работу не только в международном журнале на немецком языке, но и у себя на родине в Англии. Несмотря на это, открытому им явлению флуоресценции тогда не придали большого значения. Только почти через сто лет, во время Второй мировой войны, появился первый настоящий прибор для регистрации флуоресценции, и то сперва для контроля качества лекарств против малярии, в том числе и хинина. Принято объяснять это забвение тем, что наука того времени еще не могла корректно описать явление флуоресценции. Однако в то же время благодаря открытой Зининым реакции начали бурно развиваться химия красителей и параллельно ей — наука о цветах. Наверное, о флуоресценции забыли лишь потому, что всем было некогда. Обычные, нефлуоресцентные краски появлялись каждый день и были удивительной новинкой.

## Новые краски

Открытие Зинина — простой способ получения ароматических аминов, например анилина (рис. 2). Ароматические амины — ключевые соединения при получении анилиновых и азокрасителей. Этот класс соединений стал безумно популярным. Еще бы! Амины замечательно вступали в реакцию азосочетания, давая вещества все новых и новых цветов.

Если до середины XIX века был доступен лишь ограниченный набор природных красителей, то вскоре после открытия Зинина синтетических красителей стало больше, чем природных, а к концу века их было синтезировано уже более 1200. Химия красителей развивалась бешеным темпом. В литературе это нашло отражение в образе «анилинового короля Роллинга» (Алексей Толстой, «Гиперболоид инженера Гарина»), а в реальной жизни химики получили возможность синтезировать вообще любой цвет, хоть бы даже и «пурпур древних» (рис. 3).

Не отставая от химии, развивался посвященный цветам и свету раздел физики. Одним из пионеров теории цвета стал Джеймс Клерк Максвелл, еще недавно слушавший лекции Стокса. В числе многих его научных достижений значится диск Максвелла. На самом деле это обычная юла, юбка которой раскрашена по секторам в разные цвета. Если юлу раскрутить,





1  
 Раствор сульфата хинина в стакане облучается сверху ультрафиолетом (фото автора). Эта фотография иллюстрирует целых два физических закона. Во-первых, УФ-излучение поглощается раствором хинина, и интенсивность окраски уменьшается сверху вниз — это следствие закона Бугера — Ламберта — Бера. Во-вторых, если облучать стакан не сверху, а сбоку, то флуоресценции не будет, так как стекло не пропускает ультрафиолет. При этом свет, испускаемый раствором хинина, через стекло проходит. Это означает, что длина волны излученного света больше длины волны поглощенного света — закон Стокса

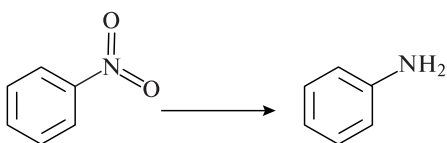
то от быстрого вращения отдельные цвета уже не удастся различить — они смешиваются, давая новые, составные цвета. С помощью такой юлы Максвелл впервые точно установил, что основные цвета — это зеленый, красный и синий.

Максвелл основал в Кембридже отличную физическую лабораторию, много внимания уделяя популяризации науки. Работа со смешением цветов привела Максвелла к созданию первой цветной фотографии (1861).

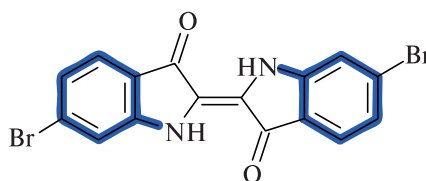
Тем временем в Петербурге теорией цвета и поляризацией науки о цвете занимался в только что созданной (1865) физической лаборатории Федор Фомич Петрушевский. В числе прочего он изучал отражение света от

цветной поверхности. Поскольку до изобретения телевизора человек видел большинство предметов в отраженном свете, это имело большее прикладное значение. Неизвестно, использовал ли Петрушевский диск Максвелла для каллибровки, но точно известно, что вместе с Дмитрием Ивановичем Менделеевым они организовали научно-популярные курсы для людей искусства, где объясняли художникам научную теорию цвета и учили смешивать краски.

По средам у Менделеева собирались художники-передвижники почти в полном составе. И если нужен пример в подтверждение того, что наука и искусство вместе решают одну и ту же задачу познания мира и разнятся



2  
 В 1842 году Н.Н.Зинин получил анилин, действуя на нитробензол сульфидом аммония. Чуть позже он доказал универсальность открытой им реакции, получив м-фенилендиамин (1844) и м-аминобензойную кислоту (1845)



3  
 6,6-диброминдиго известен также как «пурпур древних». На схеме анилиновые фрагменты выделены синим (подробнее см. «Химия и жизнь», 2002, № 2, с. 36–40)

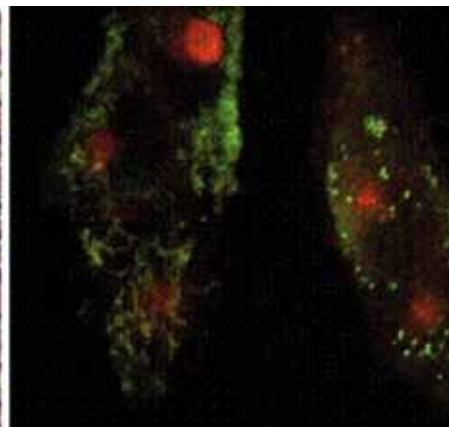
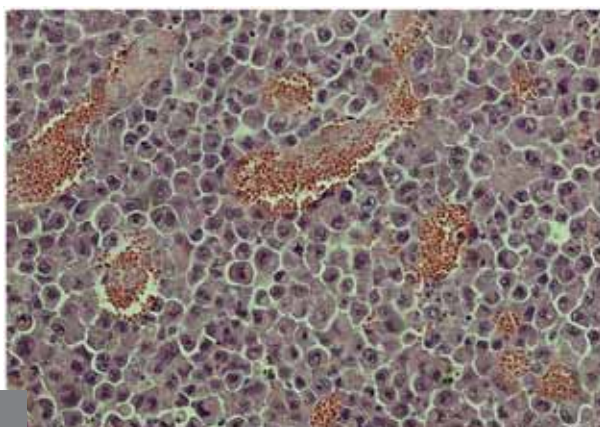
лишь в методе, то это «Лунная ночь на Днепре» (1880) Архипа Ивановича Куинджи, большого друга Менделеева. По легенде, Менделеев помогал Куинджи создавать краски. Можно понять, почему возникла эта легенда: свет на картинах Куинджи так хорош, что кажется волшебством или замысловатым научным фокусом. Многие современники верили, что художник использовал светящиеся краски, другие заглядывали за картину, чтобы узнать, не спрятан ли там фонарь, третьи поговаривали о нечистой силе. На самом деле, конечно, в основе «волшебства» Куинджи было только глубокое понимание законов оптики и зрительного восприятия.

Новые достижения химии быстро находили все новые применения. В 1884 году датский врач Ганс Кристиан Грам изобрел способ окраски бактерий анилиновыми красителями. С тех пор и по сей день все бактерии подразделяются на два основных типа: грамположительные, которые окрашиваются по методу Грама, и грамотрицательные, которые по этому методу не окрашиваются. (Причина в различном сродстве красителя к клеточным стенкам тех и других бактерий, что отражает различие в их строении.)

Вообще использование красителей при изучении объектов микромира перевернуло гистологию — науку о строении тканей многоклеточных животных (рис. 4). Разные вещества окрашивали различные структуры тканей, позволяя разглядеть то, что прежде было «невидимым». В свою очередь, это способствовало потрясающим успехам биологии и медицины первой половины XX века.

## Увидеть все

Резерв, заложенный при создании обычных красителей, биологи порядком исчерпали уже к середине XX века. И дело не только в том, что исследователей в XX веке стало во много раз больше, чем в XIX. С помощью обычных красителей можно было различить даже органеллы клетки, но этого уже не хватало. Нужно было двигаться

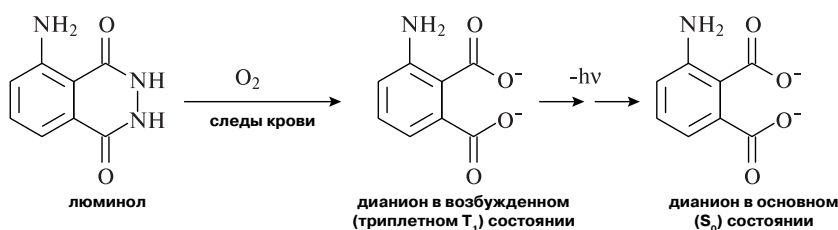


дальше, наблюдать отдельные молекулы внутри клетки. И вот тут вспомнили про забытую вместе с малярией флуоресценцию.

Макромолекулы за редким исключением бесцветны, и, чтобы сделать их видимыми, нужно их «покрасить». Но обычный краситель для этой цели не годится — слишком они малы. Например, в вашей комнате, когда включен свет, хорошо видны и мебель, и прочие вещи, но не видно маленькой точки, нарисованной карандашом на дальней стене. А вот если бы точка светилась сама, она была бы заметней, особенно при выключенном свете. Химия во второй половине XX века научилась прикреплять флуоресцентную метку (рисовать светящуюся точку) на любой биомолекуле. Молекулярные биологи со своей стороны научили клетки вырабатывать белки, уже несущие флуоресцентную метку (см. «Химию и жизнь», 2005, № 8; 2008, № 12).

4

Окрашивание обычными и флуоресцентными красителями. Слева — срез опухолевой ткани, окрашенной эозином и гематоксилином. Видны обширные поражения сосудов. Справа — клетки с проникшим в ядро противоопухолевым антибиотиком доксорубицином, который светится красным. (Предоставлено лабораторией химии липидов ИБХ РАН.)



Идея красить обычно невидимые молекулы флуоресцентными метками оказалась очень продуктивной и конечно же способствовала быстрому развитию клеточной биологии, иммунологии и генной инженерии в конце XX — начале XIX века. Стали видны липиды, белки, ДНК и то, как они взаимодействуют друг с другом. Даже за одной-единственной

6

Молекула люминола в присутствии гемма окисляется кислородом воздуха с испусканием света

еся вкрапления в бумаге, на которой печатают банкноты, служат дополнительной степенью защиты (рис. 5). Белые футболки и писчая бумага содержат специальные флуоресцентные метки, которые делают их белее. Читатель при случае может в этом убедиться — под УФ-лампочкой, которую легко найти в солярии или ночном клубе, такая бумага или ткань светятся голубоватым светом.

Существует и флуоресцентное вещество, которое помогает ловить преступников. Люминол при взаимодействии со следами крови, даже если их усердно отмывали, начинает светиться, помогая понять, что произошло на месте преступления (рис. 6).

Может быть, нечто подобное люминолу искал Шерлок Холмс. Свой реактив для обнаружения крови в следовых количествах он изобрел как раз в тот день, когда познакомился с доктором Уотсоном. Действие повести «Этюд в багровых тонах» происходит в 1881 году, через 20 лет после того, как Максвелл изобрел цветную фотографию, и за 20 лет до того, как в Германии впервые синтезировали люминол.



5

Банкнота в ультрафиолетовом свете (фото автора). Прерывистая полоса слева и эмблема флуоресцируют

Интересно, что на самом деле исследователь видит именно светящуюся точку и по-прежнему не видит ту молекулу, к которой она присоединена. Однако это ничуть не мешает получать необходимую информацию. Это как если бы вы ночью смотрели в окно и видели, что по той стороне улицы идет человек и курит сигарету. Самого человека не видно, но красный огонек его сигареты позволяет точно определить, где он, куда движется и даже какой у него рост.

молекулой белка теперь можно следить с помощью флуоресценции. Так, например, удалось получить ценную информацию о кинезинах — моторных белках эукариотических клеток. Теперь мы знаем, что молекула кинезина в буквальном смысле шагает по микротрубочкам внутри клетки.

Вдалеке от научных лабораторий, в прикладных областях флуоресценция используется едва ли не чаще. В медицине с помощью флуоресценции делают большую часть иммуноферментных анализов, например анализы на ВИЧ, герпес, гепатиты. Маленькие светящи-





# СОРБОМЕТР™

## АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предназначены для исследования текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов, в том числе нанокomпозитов, катализаторов, сорбентов, и т.д.

### Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м<sup>2</sup>/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

### Прибор СОРБОМЕТР обеспечивает

- Измерение удельной поверхности однократным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



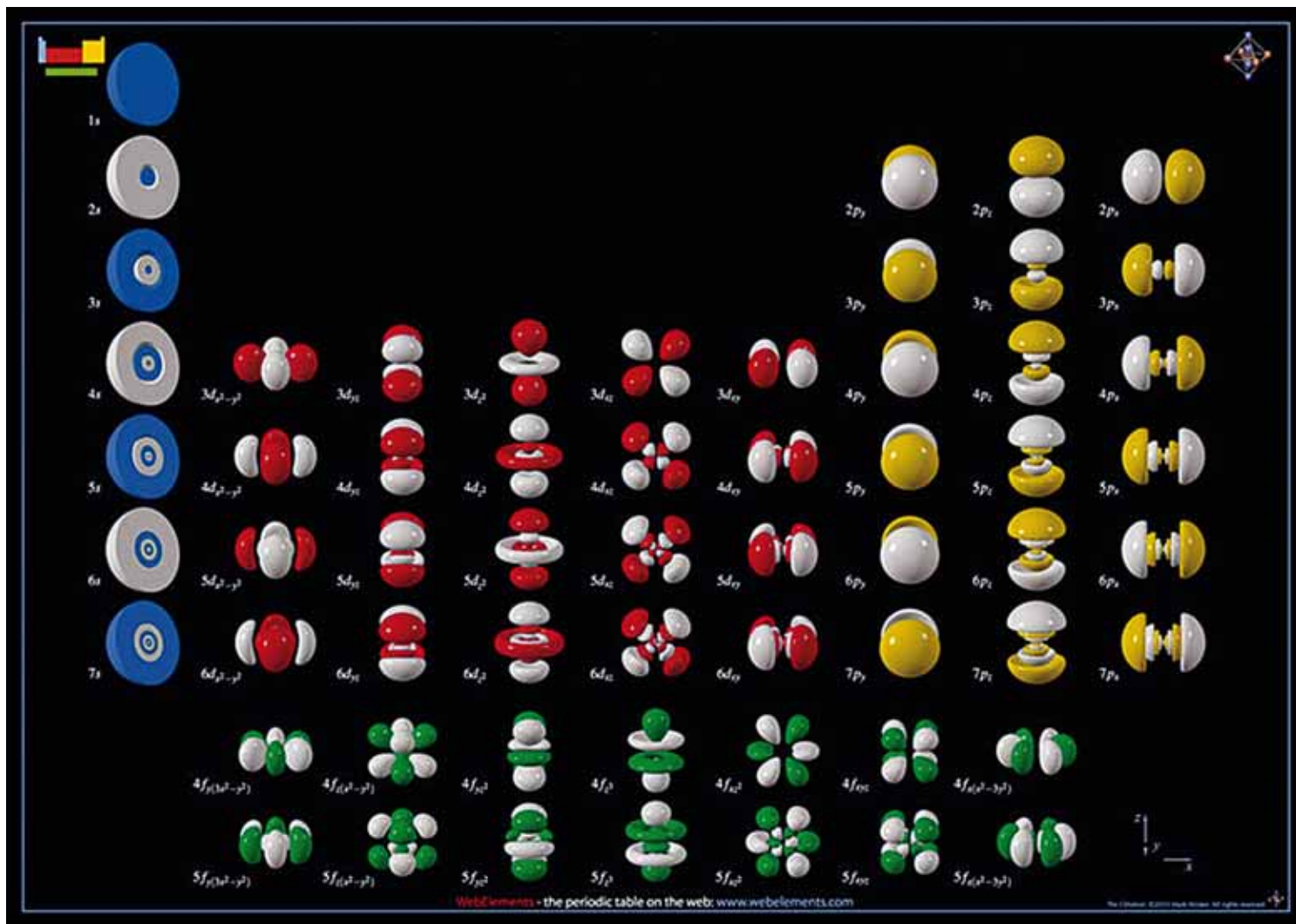
### Прибор СОРБОМЕТР-М обеспечивает

- Измерение изотермы адсорбции
- Измерение удельной поверхности многоточечным методом БЭТ и STSA, объема микро- и мезопор
- Расчёт распределения мезопор по размерам

### Области применения

- Научные исследования
- Учебный процесс
- Химическая промышленность
- Горно-обогатительная промышленность
- Атомная промышленность
- Производство огнеупорных и строительных материалов
- Производство катализаторов и сорбентов





# Религия молекул

Академик РАН  
**А.Л. Бучаченко**

Молекулы — существа живые. В них все движется, и это движение вечное, его нельзя остановить, нельзя заморозить. В хаосе электронных вихрей есть точный порядок, стремительные колебания атомов и вращения атомных групп подчиняются строгому законодательству. Это законодательство — квантовое, оно задано квантовой механикой

## Квантовая магия

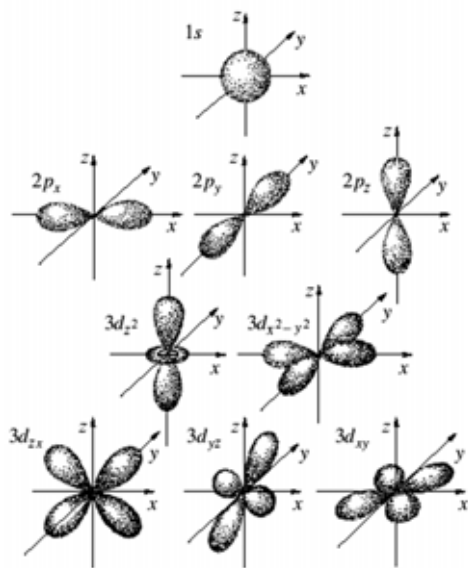
Квантовое волшебство, квантовое таинство, сумасшедшая наука, квантовое очарование — вот лишь некоторые определения квантовой механики, науки, описывающей микромир. Стивен Вайнберг, получивший Нобелевскую премию в 1979 году за объединенную теорию слабых и электромагнитных взаимодействий между элементарными частицами, назвал создание квантовой механики самой глубокой революцией в физике. Она открыла неведомую реальность, проведя

разделительную линию между миром старым, классическим, ньютоновским и миром новым, квантовым, полным волшебных явлений.

Родилась квантовая механика, как и эйнштейновские теории относительности, в конфликтных условиях. Температурное распределение энергии излучения абсолютно черного тела в длинноволновой области, надежно и точно измеренное экспериментально, никак не укладывалось в уравнения хорошо разработанной и безупречной классической теории теплоты. В ночь на 19 октября 1900 года молодой физик Макс Планк вывел теоретическое уравнение, которое точно воспроизводило экспериментальные результаты. Но согласие было достигнуто чудовищным образом: Планк принял, что энергия от черного тела идет не сплошным потоком, а порциями, дискретными долями, кусочками — квантами. Предположение нелепое. Серьезные физики в это не поверили, оставшись в недоумении.

Дальше странности умножались. Атомная спектроскопия (сначала атомов водорода, а потом и других химических элементов) показала, что атомы испускают (и поглощают) только определенные, строго фиксированные энергии. И только они разрешены, а все другие запрещены, их нет. Почему? Ведь в классической механике разрешены любые энергии, в каких угодно количествах.

А вот событие еще нелепее. Пучок электронов падает на пластинку с двумя узкими вертикальными щелями, а на экране, поставленном за пластиной, который светится, когда на него падают электроны, вместо ожидаемых двух полос появилось множество. Появилась дифракционная картина, точно такая же, как если бы через щели проходила световая



Современные программы для расчета орбиталей дают такую периодическую систему облаков электронной плотности, как показанная слева.

А справа — привычные изображения орбиталей из учебников 60-х годов

волна. Так что, электрон — частица или волна? На пластину стали запускать электроны поодиночке, друг за другом, с интервалом. Дифракция сохранилась. Значит, один и тот же электрон одновременно проходит через обе щели; он и волна, и частица в одном образе.

Еще одно странное свойство микромира: нельзя измерить точно и одновременно положение частицы и ее импульс (или энергию). Это называется соотношением неопределенностей, и его нет в привычном, ньютоновском мире.

И новая волшебная странность: если из одного места и в одно время (например, при распаде атома) рождается пара частиц (мюонов или электронов), то, даже разлетаясь в разные концы Вселенной, они сохраняют знание друг о друге. Если с одним из них что-то случается, второй мгновенно реагирует на это. Такое состояние называют запутанным; на нем строят квантовые компьютеры и квантовую информатику.

Главное оружие квантовой механики — волновая функция Шредингера. Ее собственный физический смысл неуловим, он зыбок как мираж и до сих пор остается предметом бесплодных споров. Квантовую механику понять нельзя, знать — можно. Физики это давно осознали, и, когда кто-то пытается рассуждать о смысле квантовой механики и ее постулатов, ему говорят: заткнись и вычисли. А вычисления в ней абсолютно точны, все ее предсказания подтверждаются с потрясающей точностью и надежностью.

## Здравый смысл и квантовая механика

Наш здравый смысл и жизненный опыт говорят, что тела могут иметь любую энергию, а объекты — или частицы, или волны; третьего не дано. В мире квантовой механики это третье есть: объекты микромира ведут себя непостоянно и нелогично, они преобразуются из частиц в волны и обратно. Кроме того, им запрещено иметь произвольную, любую энергию — только определенные энергетические состояния. И эти парадоксальные свойства — не вымысел, они строго подтверждены всем опытом жизни и экспериментальной науки. Так оказывается, что парадокс — всего лишь дитя ограниченного мышления, дитя привычки.

Эйнштейн до конца своей жизни не принимал вероятностного духа этой науки. «Квантовая механика производит

сильное впечатление, но внутренний голос говорит мне, что это все не то. Из этой теории удастся извлечь очень много, но она вряд ли подводит нас к разгадке секретов Всевышнего». «Законы Вселенной не могут быть расчленены на теорию относительности и квантовую механику». И тогда же он бросил знаменитую фразу: «Бог не играет в кости».

А на самом-то деле играет! Ведь вся суть квантовой механики — в преобразении. Электрон как частица, попав в энергетическую яму, преобразуется в волну и покидает ее (туннелирование плененного электрона). Напротив, световая электромагнитная волна, падая на металл, преобразуется в частицу — фотон, который передает свой импульс электрону, выбивая его из металла (фотоэффект). Весь мир физических и химических явлений есть свидетельство преобразования волны в частицу и обратно.

Эйнштейн психологически не смог принять идею преобразования: «Чем больших успехов добивается квантовая теория, тем bestолковее она выглядит». Это неприятие стало источником его мучительного беспокойства: «Я уже больше не задаю вопрос, существуют ли кванты на самом деле. Мой мозг не в состоянии постичь проблему».

Поиски здравого смысла в квантовой механике — это бесплодное занятие. Квантовая механика живет не как приближение к некоторой истине (как, например, ньютоновская теория тяготения есть приближение к эйнштейновской теории относительности), а как сама истина. Мир таков, каким нам его демонстрирует квантовая механика.

Квантовую механику нельзя понять, но измерить можно, причем абсолютно точно. Она породила изысканную, элегантную теорию — квантовую электродинамику, квантовую теорию полей и движущихся зарядов. Точность этой теории такая же, как если расстояние от Москвы до Красноярск измерять с точностью до толщины человеческого волоса, то есть  $10^{-8}\%$ ! Именно так вычисленный из квантовой электродинамики магнитный момент электрона совпадает с экспериментально измеренным.

Здравый смысл — это ведь еще и свойство привычки, род предрассудка — обломка старой правды. Он применим лишь к малой части нашего мира и нашего мышления. Мы привыкли к тому, что энергия непрерывна, а тела — частицы. Попробуем изменить привычки и принять, что энергия дискретна, а частицы — волны. И сразу мир предстанет ясным, гармоничным и точным...

Прав Эйнштейн: неверно, что есть два мира — квантовый и классический. Мир един. Просто в квантовом мире частицы малы и кванты велики — они уверенно обнаруживаются и надежно измеряются. Когда частицы увеличиваются, кванты уменьшаются. Для больших тел, с которыми мы имеем дело в доступном нам мире, кванты бесконечно малы и недоступны измерению. Самая большая частица, для которой еще удалось экспериментально обнаружить кванты и волновые свойства, — молекула  $C_{60}$ . Мир един, и он всегда и везде квантовый.

## Химия — квантовая наука

Центральное событие в химии — химическая реакция, то есть перегруппировка атомных ядер и преобразование электронных оболочек, электронных одежд молекул-реагентов в молекулы-продукты — это квантовое событие. Три главных элемента квантовой механики составили прочный и надежный физический фундамент химии:

— понятие электронной волновой функции, описывающей распределение заряда и углового момента (спина) электрона в пространстве и времени;

— принцип Паули, организующий электроны по энергетическим и спиновым состояниям, «рассаживающий» их по атомным и молекулярным орбиталам (волновым функциям);

— уравнение Шредингера как квантовый наследник уравнений классической механики.

Осознание этих «трех китов» делает абсолютно ясным и прозрачным все величественное, монументальное здание химии. Из них рождается ее богатство и многообразие, в них заложены ее стройная логика, красота и совершенство. Именно они преобразовали Периодическую систему элементов в Периодический закон, который управляет заполнением электронных оболочек атомов и молекул и диктует химическое поведение атомов, а из него следует стройная, строгая и безупречная теория химического строения вещества.

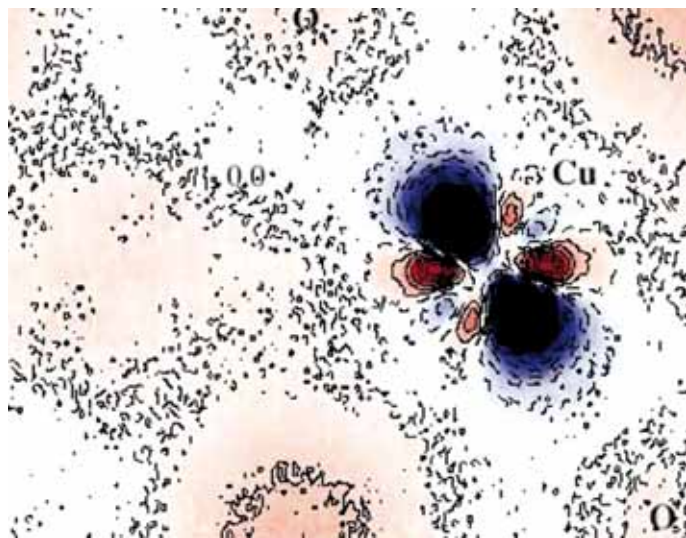
Уравнение Шредингера — ключ ко всей химии. Его «химический» смысл легко увидеть, решив это уравнение для простейшей химической частицы — атома водорода (протон плюс электрон). Решение этого уравнения (его можно найти в учебниках) дает дискретные уровни энергии  $E$  и волновые функции (орбитали) электрона  $\psi$ , квадрат которых  $|\psi(r)|^2$  — распределение заряда и спина электрона в пространстве. Из функций  $\psi(r)$  составлены электронные оболочки всех атомов и молекул, всех химических частиц, всего химического мира, всей Вселенной. Математическое изящество химии создает именно волновая функция  $\psi$  как решение уравнения Шредингера. Общая теория относительности для химии избыточна, хотя релятивистские поправки иногда нужны. Этих функций всего шестнадцать: одна s-орбиталь, три p-орбитали, пять d-орбиталей и семь f-орбиталей.

И как из комбинации простых шахматных ходов рождаются бесконечные шахматы, как из семи музыкальных нот рождается волшебная и вечная музыка, так из шестнадцати атомных орбиталей — химических нот — сотворена могучая и неисчерпаемая химия, построена вся химическая архитектура мира. Наука и искусство химического синтеза — это знание и предвидение способов комбинирования орбиталей, чтобы осуществлять химическую сборку атомов, получать заданные молекулы и вещества. По этим нотам играют все персонажи, действующие на химической сцене, — электроны, атомы, молекулы, ионы, кластеры и так далее, — создавая химическую музыку веществ и процессов.

Когда атомы объединяются в молекулы, они объединяют свои атомные орбитали. Эти, теперь уже обобществленные атомные орбитали создают общие молекулярные орбитали — многоэлектронные волновые функции, которые и составляют химическую партитуру.

Создавая молекулы, синтезируя вещества, управляя химическими реакциями, химики исполняют эту партитуру — она или уже известна, если проходит известная реакция, или сочиняется заново, если речь идет о новых веществах и новых процессах. Химия — это музыка орбиталей, но чтобы она звучала, нужны хорошие музыканты: исполнители, композиторы, оркестры, дирижеры. Как и в музыке, в химических нотах есть свои диезы и бемоли — гибридизация и неподеленные электронные пары; есть свои октавы — главные квантовые числа, задающие «энергетическое» звучание орбиталей.

В уравнении Шредингера для атома потенциальная энергия



Так выглядит распределение плотности электронов, связанных с атомом меди, в образце  $\text{Cu}_2\text{O}$ . (J. M. Zuo, M. Kim, M. O'Keeffe, J. C. H. Spence. Direct observation of d-orbital holes and Cu-Cu bonding in  $\text{Cu}_2\text{O}$ . «Nature», 1999, т. 401, с. 49)

электрон-протонной химической системы включает единственное взаимодействие — кулоновское. Все базовые атомные орбитали построены только на кулоновском потенциале. Верно ли это? И не нужно ли учитывать какие-либо другие существенные взаимодействия (подобно тому, как в ядерной физике для описания сил между нуклонами и элементарными частицами необходимо учитывать несколько взаимодействий разной природы)?

Ответ на этот фундаментальный вопрос получен экспериментально и не один раз. Первыми d-орбиталь атома меди увидели в 1999 году исследователи Аризонского университета с помощью рассеяния электронов. Теперь эксперименты стали изящнее. Пучок атомов (например, кальция или меди) облучают поляризованным светом; свет возбуждает, переносит электрон на заданную атомную орбиталь (например,  $p_z$  в Ca и  $d_z^2$  в Cu, см. рисунок), то есть готовит атомы с электронами, населяющими эти орбитали. Далее на подготовленный пучок направляют зондирующий пучок инертных атомов (например, гелия) и наблюдают их рассеяние на таких возбужденных электронах. Анализируя диаграмму рассеяния, можно воспроизвести форму рассеивающего потенциала. Самые свежие данные получены уже с облаками сверххолодных атомов, возникающих при распаде конденсатов Бозе—Эйнштейна. Результаты этих экспериментов впечатительны: оказалось, что диаграмма рассеяния точно воспроизводит форму атомной орбитали, выведенной из уравнения Шредингера и показанной на рисунке. Можно, конечно, сказать, что это банально. Но надо помнить: волновые функции (атомные орбитали) получены на кончике пера и на острие мысли из уравнения Шредингера с кулоновским потенциалом. И отсюда следуют сразу два фундаментальных вывода.

Во-первых, уравнение Шредингера правильно описывает химический мир (а значит, и весь мир); нет ни одного факта или явления физического или химического мира, которые противоречили бы этому уравнению.

Во-вторых, экспериментальное доказательство точности атомных базисных орбиталей — не просто торжество интеллекта (и в эксперименте, и в теории); это еще и надежное свидетельство того, что в химии работает только кулоновское взаимодействие. И волшебство химии, ее очарование состоит в том, что из этой кулоновской единственности, кулоновской бедности и нищеты рождается богатство химических связей, разнообразие химических частиц, богатство механизмов реакций и химических состояний.



Ковалентная химическая связь соединяет атомы, обобщая атомные орбитали, которые передают принадлежащие им электроны в общее владение. Сила соединения задана электрическими потенциалами орбиталей. Атомные потенциалы — это религия молекул. Их жизнь, их свойства, их преобразования — все исповедует эту религию, все управляется ею.

Химики — маги и волшебники. И их волшебство основано на знании религии потенциалов. Химики умеют сделать любую молекулу, любое вещество. Они знают, как происходят преобразования молекул и превращения веществ, как перемещаются электроны и передвигаются атомы, как комбинируются атомные орбитали. Поэтому умеют предвидеть свойства веществ. Они хозяева на огромном поле, именуемом Периодической системой элементов Менделеева, им доступны восхитительная красота и очарование особой архитектуры — молекулярной архитектуры мира.

Но красота и очарование мира умножаются объединением молекул в ансамбли. Это делает нековалентная химия, которая использует богатство невалентных взаимодействий: водородных связей, комплексообразующих взаимодействий, вандерваальсовых сил. Невалентные взаимодействия удерживают молекулы за счет распределенных на них электрических зарядов и создаваемых ими потенциалов. Они исповедуют ту же религию. И это огромное поле, на котором работают в союзе два гиганта, два бога — энергия и энтропия. Результат ее — рождение новой молекулярно-химической архитектуры, часто превосходящей то, что создает Природа. И получает такой результат химик. Мимоходом заметим, что энтропию часто мистифицируют, считая ее богом порядка и хаоса. В действительности энтропия есть лишь бледный результат красивой и вечной борьбы между электрическими потенциалами, которые организуют порядок, и теплотой, которая творит хаос.

## Химическая эволюция молекул

Живой мир родился из мертвого мира через его ожившие, сильно поумневшие молекулы. Этот процесс — появление крупных молекул, молекулярных машин, таких, как ферменты, ДНК, РНК, белки, из простых  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$  — можно назвать химической эволюцией «мертвых» молекул в молекулы «живые». Химическая эволюция в таком определении не имеет никакого отношения к дарвиновской эволюции; последняя ничего не говорит о происхождении жизни. Как заметил Ю.А. Шрейдер, не надо приписывать Дарвину намерения Опарина, который первым поставил проблему и начал эксперименты по превращению смесей простейших молекул в молекулы более сложные, способные стать сырьем для биомолекул жизни. Однозначных ответов о происхождении жизни на этом пути пока нет, но ряд разумных гипотез существует; многие из них изложены в книге «Феномен жизни» академика Э.М. Галимова, ученика академика А.И. Опарина.

Не надо понимать буквально слова «ожившие» и «сильно поумневшие» молекулы — это всего лишь образ. Молекулы, как бы сложны они ни были, не могут быть ни живыми, ни умными — точно так же, как «эгоистичный ген» Ричарда Докинза на самом деле не проявляет личного эгоизма, это только метафора. И химики, и биологи точно знают, что одухотворенных молекул нет. Жизнь появилась, когда сложные молекулы объединились и организовались в ансамбли, когда появилась сигнализация и передача команд между ансамблями, когда возникло самовоспроизведение биомолекул и их ансамблей.

В этом процессе молекулярной эволюции гораздо больше загадок, чем ясности. Нет сомнений, что простейший строительный материал для жизни появился через химию: вода на свету реагировала с кислородом, превращаясь в перекись водорода, которая могла окислять метан в спирты и альде-



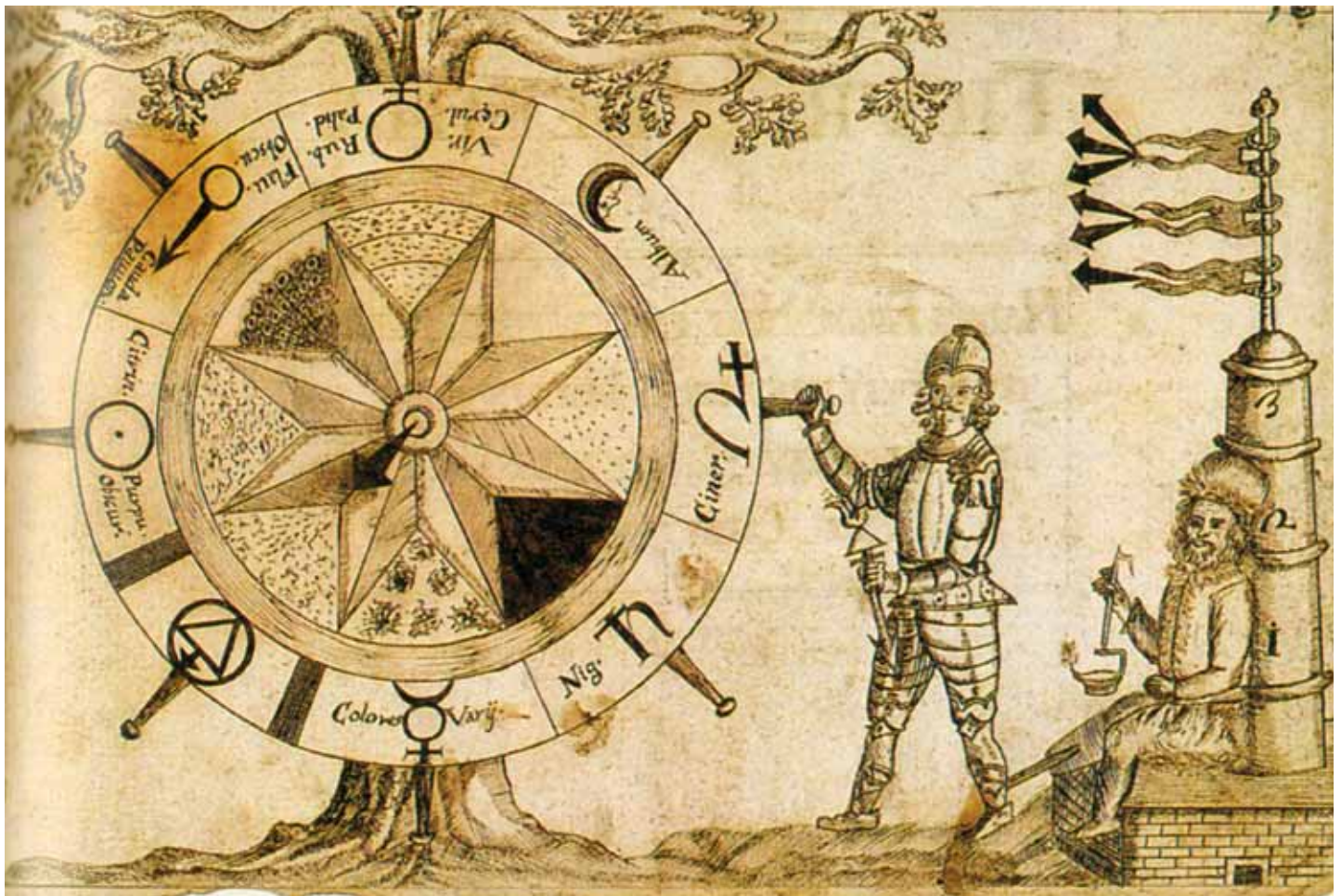
гиды. Последние могли дать сахара, а также реагировать с аммиаком, давая что-то предшествующее аминокислотам. Есть идеи, как из альдегида и цианистого водорода появились нуклеотиды, которые далее через полимеризацию на неорганических катализаторах создали РНК и ДНК. Но все это ясно лишь в принципе, а как говорил Д.И. Менделеев, всякая штука должна работать не в принципе, а «в металле», в реальности. Любой грамотный химик «нарисует» химический механизм образования любой биомолекулы — вопрос лишь в том, что именно использовала и накапливала природа, что выбрала она.

Нет сомнений, что для самоорганизации биомолекул в ансамбли природа использовала принципы нековалентной химии. Ключ к самоорганизации — межатомные потенциалы. В межмолекулярных контактах через атом-атомные потенциалы методом проб и ошибок молекулы отбирают самые устойчивые, низкоэнергетические состояния, самые устойчивые формы, самые устойчивые объединения. Атомные потенциалы — вот источник «ума» молекул, который позволяет им находить себе партнеров и сотрудников для выполнения биологических функций. Сигнализация, узнавание, похоже, осуществляются через фосфорилирование белков и сворачивание их молекул, но однако нет никакой ясности с рождением биомолекул. Да и не всякое самовоспроизведение — путь к жизни. Когда растет кристалл, он самовоспроизводится: каждый новый слой атомов, ионов или молекул похож на предыдущий. Но в кристалле нет биологических функций, нет жизни.

Конечно, случайное появление в природе самовоспроизводящихся молекул ДНК и РНК, восхитительных молекулярных машин вроде ДНК- и РНК-полимераз, АТФ-синтазы, рибосомы исключено. Природа шла к ним дорогой постепенного усложнения и совершенствования. А иногда и обходными путями. Тому есть свидетельства: известно, например, что некоторые пептиды синтезируются без матричной РНК и рибосом. А есть пептиды, которые синтезируются прямо из аминокислот в присутствии только АТФ и ионов магния, как об этом писал журнал «В мире науки» в 2010 году.

Дарвиновская теория эволюции — несущая колонна современной биологии. Ей подчиняется вся жизнь на Земле. Известно точное и емкое определение жизни: «Жизнь есть самоподдерживающаяся химическая система, подверженная дарвиновскому отбору». И дали его не химики и не биологи, а космонавты NASA. В основе жизни — изменчивость и естественный отбор. А изменчивость — это химия генов и белков. Химия — движущая сила и источник эволюции, она всегда во главе ее. Поэтому жизнь — это химия.





# Пионерские свойства вселенной Маха

Нобелевская премия за доказательство ускоренного расширения Вселенной (см. «Химию и жизнь», 2011, № 11) оживила дискуссии об интерпретации этого явления. Не все приняли в качестве объяснения понятие о темной антигравитационной энергии, вводящее ad hoc пятый тип взаимодействия — новую физическую сущность непонятной природы. В эти рамки не вмещаются многие гравитационные парадоксы, например проблема «Пионеров» — американских космических аппаратов, которые необъяснимо тормозятся. Официально явление объясняют очевидными эффектами вроде изменения массы из-за неучтенного расхода топлива, однако в кулуарах конференций специалисты НАСА честно говорят, что каждое такое объяснение имеет огрехи и, в общем, причина не известна. Поэтому появляются различные гипотезы. В частности, одно из объяснений состоит в том, что на масштабах, много меньших сверхгалактических, и для масс, много меньших, чем у

сверхновых, всемирное ускорение сменяется замедлением.

Поправки к ньютоновской гравитации для объяснения поведения «Пионеров» в Солнечной системе очень малы. Но их необходимость заставляет буквально на ощупь искать новые модели Вселенной. Очевидно, Вселенная, темная или светлая, гораздо сложнее, чем мы о ней думаем.

## Число и Мах

Давно установлено интересное свойство мировых констант. Это примерное равенство двух величин. Первая — произведение гравитационной постоянной  $G$  на массу наблюдаемой Вселенной  $M$ . Вторая — произведение ее радиуса  $R$  на квадрат скорости света  $c$ . Их отношение  $GM/(Rc^2)$  называют числом Дике, которое равно 1,6. С учетом всех условностей, которые связаны с определением массы и радиуса Вселенной, а также огромными значениями этих величин, такое почти равенство единице выглядит удивительным. Какую черту мира ухватывает эта закономерность?

Одна из интерпретаций состоит в том, что внутренняя энергия любого тела с инерциальной массой  $m$ , по Эйнштейну, эквивалентна ее произведению на квадрат скорости света, примерно равна потенциальной энергии суммы всех масс окружающей Вселенной в поле тяготения данной массы  $m$ . Таким образом, потенциальная энергия всей Вселенной оказывается непосредственной причиной появления инерционной массы.

Это понимание вполне вписывается в более общий подход к описанию Вселенной, предложенный более столетия назад блестящим австрийским физиком и философом Эрнстом Махом и до сих пор активно обсуждаемый теоретиками всего на просторах многомерных пространств и неевклидовых метрик.



Напомним, что массы бывают двух типов: гравитационная, входящая в закон тяготения Ньютона (по Эйнштейну, она искажает пространство-время, порождая силу гравитации), и инерционная, которая входит в законы механики (Эйнштейн постулировал эквивалентность этих масс, но доказать этот принцип никто не смог).

## Поезд со звездами

Мах в своем знаменитом трактате провел критический анализ физических основ классической механики. Одна из проблем механики по Ньютону как раз и состоит в том, что «внутреннее» состояние точечной частицы, ее инерционная масса не имеет органической связи с «внешним» состоянием, определяемым ее положением и скоростью в абсолютном пространстве и времени. В них массы лишь «помещены». Как следствие, положение и скорость некоторой массы могут быть такими же, как у других масс.

Проблема физических причин сил инерции заставила австрийского ученого дополнить механику новой концепцией. Он полагал источник инерции во взаимодействии между всеми массами. Иными словами, отдельная масса связана со всей Вселенной. Английский математик Роджер Пенроуз пишет, что физика по Маху должна быть сформулирована лишь в терминах связи одного тела с другим, само же понятие пространства из нее можно исключить. Он же отмечает, что одно из парадоксальных на первый взгляд следствий представления Маха состоит в том, что «это неподвижные звезды бросают вас на пол в резко тормозящем поезде».

Термин «принцип Маха» ввел Эйнштейн. В нюансах подход Маха трактуют по-разному, но большинство исследователей сходится, что он эквивалентен занулению суммарной энергии Вселенной. Действительно, при создании новой материи, например в столкновениях элементарных частиц, рождение новой массы  $m$  с соответствующей энергией покоя  $mc^2$  означает одновременное появление ее потенциальной энергии в гравитационном поле Вселенной. В сумме эти энергии и должны дать ноль. Заметим, что для этого вывода представления о вращении Вселенной не требуется.

## Три энергии — две константы

Не так давно появилась интересная работа теоретика Марсело Бермана из бразильского Института Альберта Эйнштейна. Он взял простую модель Вселенной в виде вращающегося шара с моментом импульса вращения  $L$ , радиусом  $R$  и массой  $M$ . Принцип нулевой энергии позволил связать эти три параметра друг с другом достаточно простыми соотношениями. Энергия вселенной Бермана свелась к трем слагаемым:

# Торможение «Пионеров»

Сорок лет назад, в марте 1972 года, НАСА запустило первый зонд для исследования далекого космоса «Пионер-10», через год — «Пионер-11». Оба они достигли Юпитера, где второй совершил маневр в сторону Сатурна. Сейчас аппараты движутся в противоположных направлениях за пределами Солнечной системы. Последний сеанс связи был осуществлен в начале 2003 года.

На рубеже века НАСА официально объявило о так называемой аномалии «Пионеров» — зонды удалялись, слегка замедляясь. Величина торможения ровно на десять порядков меньше земного ускорения свободного падения, а заметным эффект стал после того, как аппараты пересекли орбиту Нептуна.

Одно из официальных объяснений: это направленное прямо по курсу тепловое излучение аппаратов, вызванное работой бортовых радиоизотопных термоэлектрических генераторов на Pu-238. Такое замедление требует мощности излучения в 63 Вт. (Каждый зонд замедлялся так, как если бы он освещал свой путь в космосе обычной лампочкой

накаливания.) Есть и другие версии — изменение массы аппаратов, ускорение солнечным светом и так далее.

Эффект «Пионеров» стоит в одном ряду с другими астрометрическими аномалиями, такими, как увеличение кинетической энергии аппаратов при пролете ближе двух тысяч километров от Земли (уже зафиксировано несколько случаев с межпланетными зондами, которые совершают такой гравитационный маневр), возрастание расстояния между Солнцем и Землей более чем на полтора десятка сантиметров в год и удаление Луны от Земли со скоростью того же порядка.



ГИПОТЕЗЫ

внутренней инерционной по Эйнштейну, гравитационной и вращательной по Ньютону. (Последняя согласно выражению, знакомому любому первокурснику, есть  $L^2/(MR^2)$ .)

Из условия равенства нулю суммарной энергии и ее производной, то есть временной инвариантности, у него вышло число Дике, то есть пропорциональность массы Вселенной ее радиусу, и еще одна интересная константа — примерно равный единице квадрат числа  $L/(MRc)$ , откуда следует пропорциональность момента импульса вращения квадрату радиуса. Эти константы означают, что вне зависимости от выбранной гравитационной теории (про нее ведь Берман ничего не говорил в своих рассуждениях; они носят общий характер) плотность энергии во Вселенной оказывается обратно пропорциональной квадрату ее размера.

Представляя, что Вселенная вращается как единое целое вокруг точки в центре Большого взрыва, а гравитационная постоянная  $G$  всюду неизменна, можно получить оценку для угловой скорости вращения Вселенной:  $3 \cdot 10^{-18}$  рад/с. Тогда центростремительное ускорение в ней (радиус, помноженный на квадрат угловой скорости) оказывается равным  $9 \cdot 10^{-10}$  м/с<sup>2</sup>. Это значение практически совпадает с экспериментально установленным торможением «Пионеров» —  $8,74 \pm 1,33 \cdot 10^{-10}$  м/с<sup>2</sup>.

Отсюда можно сделать вывод: маховская вселенная обладает универсальным свойством, связывающим любые два тела, любого наблюдателя с любым наблюдаемым объектом. Это центростремительное ускорение. Точнее, замедление.

Такой подход можно назвать упражнениями в анализе размерностей. Или поставить вопрос о том, кто же должен мерить энергию Вселенной извне. Но получение численного значения загадочного ускорения «Пионеров» из столь общих соображений может оказаться отнюдь не случайностью. Что-то модель ухватывает.

Лев Жеуч



**Белок рака**

*Клетка может стать раковой безо всяких мутаций.*

«Nature Medicine», декабрь 2011, doi: 10. 1038/nm.2540

**Н**овый механизм превращения клетки в раковую нашли Рауль Мендес из барселонского Института биомедицинских исследований и его коллеги из Исследовательского института Морского госпиталя Барселоны. По их мнению, для этого вовсе не требуется вносить изменения в ее генетический аппарат. Вполне достаточно, чтобы начался чрезмерно активный синтез белка СРЕВ4, который управляет молекулами посредниками — матричными РНК, кодирующими белки. Последствия будут катастрофическими: сотни мРНК вызовут синтез множества белков, не свойственных взрослому организму. В частности, тех, которые стимулируют безудержное деление клеток.

Исследователи пока что изучили две группы опухолей — мозга и поджелудочной железы — и в каждом случае обнаружили этот белок, причем в здоровых клетках этих тканей его нет. Когда же человеческие раковые клетки пересадили подопытным мышам, то у тех животных, которые получали еще и лекарство — ингибитор белка СРЕВ4, размер опухоли оказался на 80% меньше, чем в контроле. Исследователи надеются, что, создав нетоксичный ингибитор, они найдут неплохое средство лечения рака.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Слабость ветра**

*Энергию ветра верхних слоев атмосферы использовать не получится.*

«Earth System Dynamics», 2011, № 2, с. 201, doi: 10.5194/esd-2-201-2011, т. 108, № 10, с. 4035.

**И**з-за разницы температур атмосферы на экваторе и на полюсах в ее верхних слоях, на высоте 7—16 км, возникает ветер, постоянно дующий со скоростью более 90 м/ч. Адепты ветроэнергетики поглядывают на эти ветры с тайной надеждой когда-нибудь поставить их на службу человечеству. И они не сидят сложа руки — разработки по этой теме получают финансирование. Однако исследование немецких ученых из Института биогеохимии Общества Макса Планка под руководством доктора Акселя Клейдона показало, что эти надежды напрасны.

Как следует из результатов их моделирования, высокая скорость ветра связана отнюдь не с тем, что это мощный атмосферный поток, а всего лишь с отсутствием препятствий на пути ветра. Поэтому при соприкосновении с лопастью турбины поток быстро замедлится и суммарная энергия, содержащаяся в этой ветровой системе, составит всего лишь 7,5 ТВт, что немногим менее половины нынешнего потребления электроэнергии человечеством. А по прежним оценкам потенциал высотной ветроэнергетики получался в 200 раз больше! Однако не это самое главное. Если все-таки поставить высотные турбины, то поток потеряет столько энергии, что не сможет переносить тепло от экватора к полюсам, а это вызовет принципиальное изменение всей климатической системы с непредсказуемыми последствиями. Очевидно, что подобные игры с климатом должны быть запрещены.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Атомы у стены**

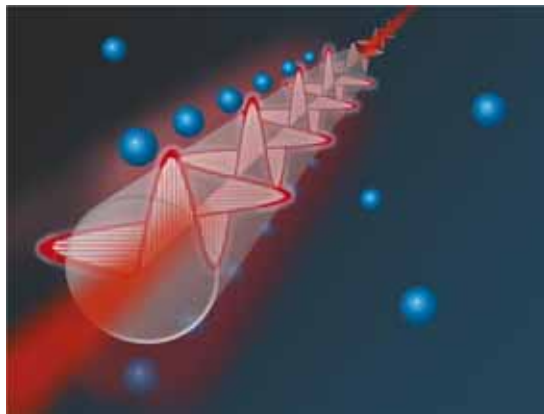
*Световая волна пересчитывает единичные атомы.*

«Physical Review Letters», 2011, т. 107, № 24

**Е**сли сделать оптическое волокно толщиной 500 нм, то световая волна, длина которой больше этой величины, будет частично выходить за пределы волокна. Этим воспользовались австрийские физики из Венского технологического университета во главе с профессором Арно Раушенбойтелем для проведения тонкого эксперимента.

«Для начала мы поймали атомы в ловушку так, что они располагались сверху и снизу от волокна подобно бусинам на нитке, — поясняет профессор Раушенбойтель. — А затем сквозь него пропустили две световые волны, поляризованные в разных направлениях». На пути одной лежали атомы, а на пути другой их не было. Первая из-за столкновения с атомами слегка тормозилась, и по разности скоростей этих волн можно было пересчитать все атомы с точностью до нескольких штук.

«Трудно сказать, где это можно использовать, кроме проведения сверхточных измерений, — отмечает профессор Раушенбойтель. — Однако квантовая оптика столь стремительно развивается, что уже завтра может возникнуть потребность именно в такой системе. Например, с ее помощью мы можем контролировать квантовые состояния объектов, не разрушая эти состояния, как обычно бывает при проведении измерений».



## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Грибы и скрипка**

*С помощью грибов можно сделать скрипку, звучание которой не хуже, чем инструмента работы Страдивари.*

Агентство «AlphaGalileo», 9 декабря 2011 года

**М**ногие мастера пытались разгадать тайну инструментов Страдивари и Гварнери. Одни обращали внимание на конструкцию — например, основоположник научного металловедения Д.К.Чернов создал по собственным чертежам прекрасные скрипки, ныне хранящиеся в Музее им. М.И.Глинки. Другие отмечали уникальный состав лака. Третьи говорили про режим сушки дерева. Фрэнсис Шварце, швейцарский биотехнолог из EMPA, решил поменять саму структуру древесины. Он инфицировал материал для изготовления трутовиком *Physisporinus vitreus*, называемом еще белой гнилью. Подобрал время выращивания грибка, исследователь создал в 2009 году две прекрасные скрипки, которые комиссия экспертов предпочла инструменту Страдивари.

История получила продолжение: Вальтер Фишли, основатель фармацевтической компании «Actelion», глава фонда своего имени и скрипач-любитель, профинансировал создание полупромышленной биотехнологии изготовления скрипок. «Было бы непросто, если бы такой прекрасный проект, напрямую связывающий науку и искусство, пропал из-за недостатка денег. Кто знает, может быть, действительно удастся открыть истинный секрет мастерства Страдивари», — говорит он.

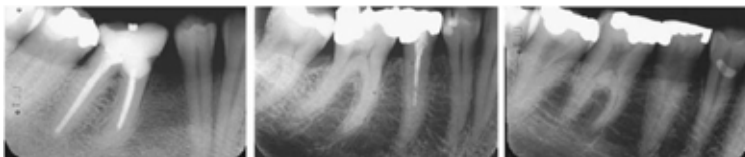
В ближайшие три года группа под руководством Шварце станет заражать древесину ели и клена грибами, измерять по мере их роста плотность материала, скорость звука в нем и его затухание. Специалисты по ультразвуку выявят области, подвергшиеся действию гриба, а оптики построят карты распределения звуковых волн в подгнившей древесине и в готовом инструменте. Когда станет понятно, как гриб меняет параметры материала, из дерева изготовят скрипки и представят на суд экспертов.

**Глядя в рот**

*Рентген нижней челюсти позволяет определить хрупкость костей во всем организме*

«Bone», 2011, т. 49, № 4, doi:10.1016/j.bone.2011.06.036

**Ш**ведские медики из Гетеборгского университета подвели итог уникального сорокалетнего эксперимента. Они собрали у 731 женщины рентгеновские изображения нижней челюсти, которые делают при обычном лечении у стоматолога. Эти снимки были выполнены в период с 1968 по 1980 год, а возраст участниц тогда составлял 38—60 лет. По этим снимкам исследователи определили структуру кости нижней челюсти, и, в частности, было замечено, что у 20% она разреженная. А затем они посчитали количество переломов у участниц исследования. Всего за прошедшие годы переломы случились 222 раза, и их частота была в три раза выше именно у тех, у кого кость челюсти была разреженной. В общем, в руках стоматолога оказался важный источник информации о здоровье пациента и грозящих ему опасностях.



## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Гараж-электростанция**

*Электромобиль будущего станет генератором электричества.*

Агентство «AlphaGalileo», 1 декабря 2011 года

**П**осле того как будут созданы эффективные топливные элементы, весь облик мировой энергосистемы изменится. Число огромных электростанций уменьшится, и они сосредоточатся в районах энергоемкого производства. А в городах электричество станут вырабатывать припаркованные автомобили. При этом автоводители будут получать деньги за парковку в том или ином месте. Примерно такое будущее рисует профессор Делфтского технологического университета Ад ван Вейк.

В самом деле, зачем автомобилю простаивать с баком, заполненным водородом, и терять при этом ресурс топливного элемента? Пусть он работает и подает энергию потребителям. В результате гараж на 500 машин превращается в станцию мощностью 40 МВт. И не только гараж. В том же Делфте предполагается построить энергетическую стену, соединяющую автобан с городским вокзалом. Вдоль нее оставят машины те, кто добирается до работы общественным транспортом, а ветряки заодно снабдят их топливом. Поскольку парковки всегда заполнены: днем — машинами приезжающих на работу, ночью — машинами обитателей окрестных домов, мощность такой распределенной энергосистемы изменится несильно, что облегчает работу энергетикам. Добывать энергоноситель — водород или алюминий — можно с помощью альтернативного электричества вроде солнечного, ветрового или приливного. Ни для кого не секрет, что одна из проблем этих источников энергии — сильная зависимость от погоды, а запаса энергосистемы впрок, можно от зависимости избавиться. По мнению профессора ван Вейка, чтобы эти мечты воплотить в жизнь, требуется не только фантазия, но и соответствующие законы о распределенной генерации электричества.



## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Помидор и полифенолы**

*Растения, выращенные без синтетических удобрений и ядохимикатов, дают более полезные плоды.*

«Journal of Agricultural and Food Chemistry», 2011, т. 59, № 21, с. 11703, doi:10.1021/jf202822s

**О** том, что урожай, выращенный методом органического земледелия, то есть без химии в ее разных проявлениях, получается чуть меньше, но полезнее, слышали многие. Но чем полезнее? Испанские исследователи из Барселонского университета во главе с Розой Ламузэлой решили ответить на этот вопрос хотя бы в отношении томатов. А изучали они кетчуп и томатный сок из плодов, выращенных разными способами.

Вполне предсказуемо в органических продуктах оказалось меньше нитритов — все знают, что они накапливаются в растениях, перекормленных азотными удобрениями. Но было и еще одно важное отличие: существенно повышенное количество полифенолов. А эти вещества очень важны, поскольку они сильные антиоксиданты, и, стало быть, именно они придают плодам особую полезность.

По мнению авторов исследования, недостаток питательных веществ и отсутствие ядохимикатов меняют весь обмен веществ растения, в частности заставляя его включать дополнительные механизмы защиты. А фенольные соединения — один из ее компонентов. Заодно ученые получили и метод различения томатных продуктов, выращенных разными способами, что само по себе важно: продукты органического земледелия стоят в разы дороже.

## В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

**Рубидиевый диполь**

*Умолекулы, состоящей из двух одинаковых атомов, обнаружили дипольный момент.*

«Science», 2011, т. 334, № 6059, doi: 10.1126/science.1211255

**Д**ипольный момент у молекулы, состоящей из различных атомов, никого не удивит: из-за различия в сродстве атомов — такое считалось невозможным. Однако после того как исследователи научились создавать бозе-эйнштейновские конденсаты из сверххолодных атомов, появился инструмент для получения всяких чудесных состояний вещества. Так, в 2009 году ученые из Штутгартского университета во главе с профессором Тильманом Пфау получили ридберговские молекулы рубидия. Для этого они освещали сверххолодное облачко атомов лазерной вспышкой, часть атомов возбуждалась, их электроны переходили на верхние, так называемые ридберговские уровни. Размер атома при этом может увеличиться в миллион раз! Если рядом оказывался невозбужденный атом, возбужденные электроны начинали рассеиваться на его электронных оболочках, и возникала слабая экзотическая связь. В общем, такую пару атомов вполне можно было считать молекулой.

Теперь же оказалось, что у нее есть дипольный момент. Причина — в размере: ридберговская молекула рубидия в тысячу раз больше, чем молекула кислорода. Поэтому возбуждение передается с одного атома на другой очень медленно — дольше, чем время жизни Вселенной. Обычно же оно исчезает за считанные мгновения. Таким образом, атомы одного элемента все-таки стали различными.

Из-за своего большого размера молекулы рубидия переориентируются с трудом, и суммарного момента у их облака нет. Однако это не мешает ученым надеяться на использование открытого эффекта в химии сверххолодных одиночных молекул.

# Все полезно, что в рот полезло?



*Юрий Александрович Лысков*

В ноябре при поддержке фонда «Династия» в Москве прошло очередное научное кафе — «Человек есть то, что он ест. Научные основы индивидуального питания». (Научное кафе — это свободная форма общения ученых с научными журналистами за чашечкой чая.) Обычно подробные отчеты о кафе публикует только фонд «Династия» на своем сайте (<http://www.dynastyfdn.com/programs/popular/scicafe>), но в этот раз мы решили сделать исключение. Хотя это, конечно, не полная стенограмма мероприятия — три часа дискуссий нам пришлось сократить до объема журнальной статьи.

Проводила кафе, как всегда, главный редактор «Химии и жизни» Любовь Николаевна Стрельникова. О правильном и неправильном питании рассказывали Юрий Александрович Лысков, кандидат медицинских наук, специалист по физиологии питания, старший научный сотрудник Института питания РАМН; Алексей Федорович Топунов, доктор биологических наук, профессор Московского университета пищевых производств, заведующий лабораторией в Институте биохимии им. А.Н.Баха РАН; Михаил Меерович Гурвич, кандидат медицинских наук, один из известнейших диетологов в нашей стране, написавший несколько десятков книг по диетологии и давний автор нашего журнала; Светлана Александровна Боринская, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН.

**Л. Стрельникова.** Все мы регулярно едим: кто-то много, кто-то мало, некоторые вкусно и вдумчиво, а другие — как придется. И от того, как мы это делаем, зависит не только наше самочувствие, но и настроение, тонус и многое другое. Поскольку область необъятная, мы постараемся обсудить только три группы вопросов. Первая — питание обычного человека, а точнее, что и как он должен есть с точки зрения современной науки. Вторая группа вопросов — индивидуальное питание: что это такое, кому оно нужно, как его можно подобрать. Также хотелось бы услышать оценку модных современных диет с научной точки зрения. И наконец, третье, о чем мы поговорим, — это эволюция и качество продуктов питания.

Начнем с того, что же должен есть обычный человек. Долгие годы наша страна жила по теории рационального и сбалансированного питания академика А.А.Покровского, которую он сформулировал в первой половине 1970-х годов. Согласно ей человеку каждый день необходимо определенное количество калорий (тем больше, чем более тяжелым физическим трудом он занят). Кроме того, в пище должны присутствовать все основные питательные вещества — белки, жиры и углеводы, причем в определенных соотношениях. Помимо питательных, существуют и балластные вещества, которые особой пользы не приносят. Как изменилась эта теория за 40 лет?

**Ю.А.Лысков.** Со времен академика Покровского в медицине произошли большие изменения. Далеко вперед шагнули аналитические методы исследования состава пищевых продуктов и пищевого статуса человека. Появились компьютеры и программы, которые могут быстро оценить, как питается человек, и скорректировать рацион. Кроме того, уточнены потребности человека во многих макро- и микрокомпонентах

питания. Расшифрован геном человека, что позволяет выявлять причины нарушений в обмене веществ и закладывает основу нового направления — нутригеномики.

Во времена Покровского полагали, что достаточно правильно рассчитать нужное количество калорий, белков, жиров, углеводов и некоторых других питательных компонентов — и человек будет полностью обеспечен всем необходимым для здоровья. Тогда же на основе этой теории появились нормы питательных веществ. Но проблема в том, что потребность в них очень сложно нормировать, поскольку она индивидуальна для каждого человека. Она зависит не только от того, что, сколько и в каких пропорциях мы положили на тарелку, пусть даже предварительно рассчитав все в соответствии с нормой. Важно еще, как наш организм переварит, усвоит и использует все эти вещества. Потребность человека в пищевых веществах и энергии — это величина переменная, которая зависит от целого ряда факторов: состояния здоровья, уровня физической и психоэмоциональной активности, природных и бытовых условий. Иными словами, для каждого из нас потребность в питательных веществах и энергии может изменяться буквально каждый день, тогда как «норма потребности» при этом будет оставаться величиной постоянной.

Баланс веществ — также величина переменная, и меняется она в зависимости от внешних условий и физиологического состояния человека. Впрочем, это было хорошо известно еще во времена Покровского. Например, нормальное соотношение между белками, жирами и углеводами составляет 1 : 1,1 : 4,4 (12 : 30 : 58%), но для работников умственного труда оно будет 1 : 1 : 4,5, физического труда — 1 : 1,3 : 5, а при ожирении — 1 : 0,7 : 1,5. В настоящее время стало очевидно, что может изменяться и баланс отдельных пищевых веществ — например, оптимальное соотношение полиненасыщенных жирных кислот омега-6 : омега-3 или соотношение аминокислот не может быть все время одинаковым. Между тем эти показатели также нормируют.

Теория рационального и сбалансированного питания рассчитана на среднестатистического человека, что, безусловно, удобно для расчетов. Но такого человека в природе не существует — все мы очень разные, и поэтому каждому из нас требуется свое питание. Однако это не означает, что нормы нам не нужны: от них можно отталкиваться для расчета индивидуальных параметров. Кроме того, поскольку теория





*Михаил Меерович Гурвич*

академика Покровского — это теория не только сбалансированного, но и рационального питания, в этом аспекте она вряд ли устареет, ведь разумный подход к питанию всегда будет хорош.

Говоря о развитии теории питания в нашей стране, надо отметить вклад выдающегося физиолога академика Александра Михайловича Уголева. В 70—80-х годах XX века он сформулировал теорию пищеварительно-транспортного конвейера (в какой последовательности происходят переваривание и всасывание в тонкой кишке), а также доказал, что микрофлора кишечника участвует в переваривании питательных веществ и синтезирует целый ряд необходимых веществ: витамины, аминокислоты и многое другое. Оказалось, что кишечная микрофлора — важный источник пищевых веществ. Поскольку бактерий в нас содержится, по разным оценкам, от 1,5 до 3 кг, то и объем вырабатываемых ими полезных веществ достаточно велик. А значит, рассчитывая питание для себя, любимого, следует подумать и о питании братьев наших меньших — симбионтных микроорганизмах, обитающих в желудочно-кишечном тракте. Им-то и нужны пищевые волокна, которые до недавнего времени считали «балластными веществами» или «бесполезными углеводами». Вдобавок эти волокна регулируют переваривание и всасывание пищевых веществ, а также связывают и выводят из желудочно-кишечного тракта токсины, канцерогены, тяжелые металлы, энтеротоксины.

Вклад в науку о питании внес и академик РАН Иван Петрович Разёнков, который в середине XX века показал, что система пищеварения принимает участие не только в переваривании и всасывании веществ, поступающих извне, но и в обмене веществ. Желудочно-кишечный тракт реутилизует достаточно большое количество белков, жиров, углеводов, микроэлементов и витаминов, которые выделяет сам организм в просвет кишки. По сегодняшним подсчетам поток эндогенных веществ (выделяемых организмом) за сутки в несколько раз больше, чем поток тех же веществ, поступающих с пищей.

Сегодня в продолжение теории академика Покровского развивается теория оптимального питания. Ее сторонники полагают, что достаточно рассчитать количество макро- и микронутриентов (белков, жиров и углеводов) и микронутриентов (витаминов, биоэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, флавоноидов) — и мы обеспечим организм всем необходимым. Список необходимых и незаменимых компонентов нашего питания постоянно растет: в 2004 году был нормирован уровень потребления около 50 микронутриентов, и он постоянно пополняется новыми веществами, роль которых становится очевидной.

Говоря о среднесбалансированном питании, нужно отметить еще одну теорию, которую в 80-х годах XX века сформулировал доктор медицинских наук Виктор Александрович Конышев. Он считал, что оптимизировать еду невозможно, поскольку регулирующие системы организма слишком



## ЧТО МЫ ЕДИМ

сложны. Одновременно оптимизировать работу всех систем нельзя: улучшая работу одних, мы неизбежно будем ухудшать работу других. Кстати, теория В.А.Конышева носит универсальный характер и распространяется на многие сферы нашей жизни — социальные, экономические, технологические. Как мне кажется, она вполне может претендовать на Нобелевскую премию. Конышев говорил о том, что питание может быть только целевым, то есть направленным на достижение определенной жизненной цели. Один хочет добиться результатов в спорте или бизнесе, другой — похудеть или стать красивым, третий — жить долго и счастливо. Для каждой из этих задач существует своя диета, и совместить их, решив все задачи сразу, невозможно.

**М.М.Гурвич.** На сегодняшний день вопросами питания больше всего занимаются не ученые и врачи, а журналисты. Каждый день в газетах и журналах можно найти информацию о полезности или вредности какого-либо продукта питания. Средства массовой информации учат своих читателей, как нужно питаться, и работают очень эффективно, засоряя их мозги безграмотными штампами.

Если же говорить о правильном питании в целом, то, конечно, оно требует индивидуального подхода. Больных людей больше, чем кажется, а у каждого заболевания — своя специфическая диета. Об универсальности тут говорить трудно. Диабет, гипертония, гастрит, повышенный холестерин — можно перечислить 20—30 заболеваний, каждое из которых требует специфического набора продуктов. А общее правило я бы сформулировал так: обязательно должен быть выбор продуктов, их надо максимально разнообразить и по возможности стремиться к тому, чтобы они были натуральными.

Меня волнует один вопрос, отчасти связанный с темой нашей дискуссии. Это общая индустриализация питания, и, в частности, питание в школе. Кто-то наверху решил ликвидировать поваров в школах, поэтому теперь все готовят централизованно и развозят готовое на машинах. Это просто безобразие, поскольку школьная еда лишается вкуса и аромата, что по законам физиологии недопустимо — читайте Павлова. Еще основатель нашей Клиники лечебного питания М.И.Певзнер всегда говорил, что повар — самый главный человек в нашем деле,

**Л.Стрельникова.** Давайте все-таки вернемся к здоровому человеку и поговорим о том, чем определяется его индивидуальное питание. Может быть, генами? И кстати, как наши эксперты относятся к разным модным диетам?

**С.А.Боринская.** К сожалению, даже расшифровав геном, мы пока можем дать очень немного рекомендаций по питанию. Конечно, речь не идет о серьезных генетических заболеваниях, при которых известно, что не усваиваются какие-то определенные вещества или не вырабатываются определенные ферменты, — с этим генетики разобрались.

Практически здоровому человеку генетик, например, может сказать, переносит ли он молоко, то есть вырабатывается ли у него фермент лактаза. Впрочем, многие люди это знают

и без анализа, просто из личного опыта. Кстати, у 30—50% русских людей после подросткового возраста лактаза уже не вырабатывается. Чтобы выяснить, так ли уж им плохо, мы недавно исследовали большую группу здоровых мужчин от 20 до 50 лет. Оказалось, что те, у кого не вырабатывается лактаза, быстрее теряют зубы. Причем независимо от того, пьют они молоко или нет — ведь некоторое количество молока могут пить даже те, у кого оно не совсем усваивается.

У нас есть и другие интересные результаты. Мы изучаем народы России, живущие в разных климатических условиях. По образцам крови, собранным у хантов — оленеводов, живущих возле Полярного круга, — удалось определить, что у них гораздо чаще встречается вариант гена, ответственный за «перевод» еды сразу в тепло. Понятно, что на Севере это чрезвычайно ценное свойство: съел кусочек сала и можно сразу выйти на мороз. У европейцев, как правило, полученная из еды энергия сначала запасается в виде химических соединений и только потом используется для обогрева тела.

Известны мутации, носители которых не переносят алкоголь, конские бобы, грибы, точнее, содержащийся в них дисахарид трегалозу, а также некоторые другие продукты.

**Л. Стрельникова.** То есть генетические особенности определяют разницу в том, как и что наш организм усваивает?

**С.А. Боринская.** Для некоторых продуктов — да, именно так. И оптимизация питания по генам понятна. Мы еще не всегда хорошо понимаем эти связи, но кое-что уже известно. Для одних людей по генетическим причинам смертельно опасны бобы (болезнь называется «фавизм» от латинского названия бобов), у других не перевариваются хлеб и вообще все злаковые (наследственное заболевание целиакия). Повышенная потребность в определенных витаминах отчасти тоже может определяться генами. Коренным жителям Севера обязательно надо есть рыбу, мясо морских животных или оленину — для них это источник витамина D, они к этому приспособлены. Тут взаимодействуют и гены, и климат, и культурные традиции. Люди приспособивались веками и тысячелетиями к той пище, которая была им доступна, и со временем она стала традиционной. Иначе говоря, если какой-либо вариант гена (аллель) способствовал выживанию в конкретных условиях, то под действием отбора частота этого аллеля возрастала из поколения в поколение. Сколько поколений для этого потребуется — зависит от того, как сильно пища влияет на выживаемость.

Сейчас генетики больше занимаются не подбором индивидуального рациона по генетическим особенностям, а скорее связями между генетическими особенностями, особенностями жизненного стиля и разными заболеваниями (например, раком).

**Л. Стрельникова.** Поговорим о диетах. Раздельное питание, «диета ста миль», питание по группам крови — их довольно много.

**С.А. Боринская.** Питание по группам крови — это модная тема, и объяснения ученых, почему эта теория не имеет никакого научного обоснования, помогают мало. Хотя это совершенно очевидно. Питание народов Субарктики конечно же сильно отличается от того, что едят в тропиках, как в Старом Свете, так и в Новом. При этом в Америке коренное население — индейцы — почти все имеют одну группу крови, O (I), и только ближе к Северу появляется другая группа, A (II). Невозможно представить, чтобы всем индейцам, невзирая на различия климата и традиционных источников пищи, были полезны одни и те же продукты, предписываемые этой модной диетой.

Приведу еще пример. Автор книги о диетах по группам крови Питер Д'Адамо утверждает, что группа крови B харак-



*Светлана Александровна Боринская*

терна для кочевников-скотоводов (и это действительно так), а значит, эти люди должны употреблять в пищу молоко. Между тем, как следует из многочисленных публикаций, которые автору полагалось бы знать, среди монголоидов очень много носителей гена, ответственного за недостаток лактазы, — значит, молоко у них усваиваться не будет.

Польза от этой диеты может быть в том, что она никому не рекомендует жирное, чрезмерно сладкое или копченое. Но к группам крови это никакого отношения не имеет.

**А.Ф. Топунов.** Мне кажется, за последние 20 лет исчезли или опровергнуты некоторые весьма популярные мифы о питании. Например, в какой-то момент все перестали есть сливочное масло и заменили его маргарином. Потом выяснилось, что маргарин из-за трансжиров тоже не очень полезен. И так происходит практически со всеми натуральными продуктами, которые вдруг объявляют вредными.

Модные диеты и теории раздельного питания я считаю искренним заблуждением их авторов. Например, во всех без исключения теориях раздельного питания запрещено сочетание мяса с тестом. Я всегда спрашиваю: «Знаете ли вы хоть один народ, национальная кухня которого не включает пирожки, пельмени, манты, чебуреки и прочие подобные вкусные вещи?» А ведь традиционная кухня отрабатывается веками и, главное, статистически никак не сказывается на здоровье.

Возьмем чудесную теорию «Диета сто миль», которая позволяет есть только продукты местного производства, выращенные в радиусе 100 миль (161 км) от того места, где вы живете. Если вы москвич, то из рациона надо исключить почти все, что мы едим каждый день: чай, кофе, шоколад, вино, цитрусовые, почти все фрукты (кроме яблок и слив) и многое другое. И как считать эти 100 миль? От того места, где человек родился, где он провел детство или где живет сейчас?

По-моему, надо всегда исходить из здравого смысла — это должно быть основным принципом питания. Конечно, следует помнить о четких рекомендациях врачей при конкретных заболеваниях. Но здоровому человеку стоит прислушаться в первую очередь к своему организму. Если чего-то очень не хочется — не ешьте. Организм часто бывает умнее наших мозгов. А главное, всякая еда должна быть съедена с удовольствием. Вспомним слова великого русского физиолога И.П.Павлова: «Все сознают, что нормальная и полезная еда — есть еда с аппетитом, еда с испытываемым наслаждением; всякая другая еда, еда по приказу, по расчету, признается уже в большей или меньшей степени слом...»

У вас наверняка есть знакомые «жесткие диетисты». Это, как правило, мрачные, не улыбкающие люди, заиклинные на том, что они едят. Они не едят, а выполняют долг. Такой подход до добра не доводит — ведь в организме все связано: осязание, обоняние, биохимические реакции, а стало быть, и те вещества, которые усвоит организм или синтезирует сам



Алексей Федорович Топунов

в ответ на прием определенной пищи. Сложнейшая система, вмешиваться в которую надо очень грамотно.

Но разумеется, здравый смысл должен вмешаться, если детский или подростковый организм требует кока-колы, доширака, хот-догов и гамбургеров. На то и существуют родители, чтобы объяснить, какие продукты полезны, а какие нет и почему.

Отмечу еще один факт. Чтобы скорректировать питание, надо сначала выяснить, что же на самом деле ест та или иная группа населения. А это может быть весьма непростой задачей, ведь к каждому наблюдателя на долгий срок не приставишь. Единственная реальная возможность что-то выяснить — это опросы населения. Однако человек не всегда откровенно отвечает на вопросы. Один стесняется признаться, что он ест слишком много, другой — что он ест слишком мало, третий не хочет сознаваться в пристрастии к вредным продуктам и так далее. Кроме того, нередко люди искажают факты совершенно бессознательно. Так, например, многие искренне забывают о «перекусах», а у жителей крупных городов они могут составлять до 30% всего рациона, причем часто это мучная, сладкая и жирная пища. Вот еще одна проблема в науке о питании.

Вообще, большинство догм в области питания со временем оказываются ошибочными. Хочу привести один пример. Лет тридцать назад журнал «Scientific American» организовал экспедицию в регионы, знаменитые долгожителями. Были выбраны поселение Хунза в Гималаях, один из горных районов Анд в Южной Америке и Абхазия, причем Абхазия посещали последней. После первых двух поездок участники экспедиции пришли к выводу, что долгожители практически не должны есть мяса, поскольку жители Гималаев и Анд были почти абсолютными вегетарианцами. Однако в Абхазии все оказалось наоборот. Пожилые люди ели мясо, пили вино и были очень общительными, веселыми и жизнерадостными. Пришлось признать, что жестких рецептов для долгожительства нет — за исключением, конечно, чистого воздуха, чистой воды, уважения к старикам и оптимизма.

**Ю.А.Лысиков.** Полагаться на собственные чувства и ощущения при выборе полезных и безопасных для нас блюд никак нельзя. Диетологам часто приходится буквально силой ограничивать больных в употреблении нежелательных для них, но очень любимых продуктов.

«Диета сто миль» отчасти пересекается с идеей традиционного питания, и в ней есть рациональное зерно — ведь мы только что говорили о том, что люди, проживающие на какой-либо территории в течение многих поколений, адаптируются к местным пищевым продуктам. Продукты из других регионов мира действительно могут вызывать непереносимость или пищевую аллергию, плохо перевариваться. Вспомним еще раз о коренных народах Севера, которые едят много мяса



## ЧТО МЫ ЕДИМ

и животного жира, но очень мало растительной пищи и при этом редко страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями. Переход на европейские стандарты питания может привести к тяжелым последствиям для их здоровья.

Но есть и другая сторона вопроса. Не всегда питание традиционной пищей и местными продуктами — лучший вариант. Известны регионы с повышенным и пониженным содержанием в воде и почве селена, фтора и других элементов, что приводит к болезням. Нам, северянам, полезны фрукты и овощи, привезенные из южных стран, ведь в них больше, чем в местных сортах, витаминов и микроэлементов. В нашей климатической зоне традиционно выращивали пшеницу, рожь, гречку и другие злаки. Однако качественные макароны и хлеб можно получить только из твердых сортов пшеницы с большим содержанием клейковины, которая растет на юге, а гречка, выращенная на Алтае, лучше той, которую можно собрать, например, в Подмосковье.

Универсальной диеты, которая была бы полезна всем, не существует. Для одних людей диета, направленная на снижение массы тела или лечение какого-либо заболевания, полезна, тогда как для других — бесполезна или опасна. Некоторые последователи низкокалорийной диеты Галины Шаталовой совершали даже многодневные переходы через пустыню Каракум, но большинство ее последователей через некоторое время вынуждены были от диеты отказаться.

Еще один пример — вегетарианство. Казалось бы, что стоит исключить из своего меню мясо? Однако есть обоснованное мнение, что именно появление в рационе наших предков животного белка способствовало эволюции человека. Чистого вегетарианства никогда не было в истории человечества, хотя многие народы мира и многие люди с низкими доходами питаются преимущественно растительными продуктами. Вегетарианцы прекрасно себя чувствуют в теплых странах, ведя неторопливую жизнь и созерцая мир. Но они не могут выполнять тяжелую работу, например трудиться в шахте или на лесоповале, пилотировать сверхзвуковые самолеты.

**Л.Стрельникова.** Если в Клинику лечебного питания РАМН приходит человек и просит подсказать ему, что можно есть, а что нельзя, чем ему поможет современная наука? Есть какие-то объективные физиологические показатели?

**Ю.А.Лысиков.** Да, мы можем оценить фактическое питание, пищевой статус человека и внести необходимые коррективы. В Клинике лечебного питания Института питания РАМН разработаны диагностические и корректирующие системы «Нутритест», «Нутрикор», используются специальные компьютерные программы. В частности, в программу Юрия Павловича Баландина, с которой мы работаем, можно зайти через Интернет ([www.mydiet.ru](http://www.mydiet.ru)) и не только оценить свое питание, но и получить квалифицированный совет электронного диетолога, который подберет для вас индивидуальный рацион, учитывающий 25 важных показателей.



**Л. Стрельникова.** Продукты действительно стали существенно хуже, чем 100 лет назад? Надо ли их обогащать витаминами и микроэлементами? И как вы относитесь к магазинам, где продают «экологически чистые продукты»?

**Ю. А. Лысиков.** За последние сто лет одни продукты благодаря развитию культуры производства и пищевых технологий стали лучше, а другие хуже. Интенсивные сельскохозяйственные технологии, связанные с применением большого количества минеральных удобрений и пестицидов, промышленное животноводство и птицеводство, требующие применения антибиотиков и гормонов, — все это снижает качество и пищевую ценность продуктов. Впрочем, это довольно трудно доказать. В свое время мы проверяли американские и отечественные куриные окорочка. Хотя в американских гормоны обнаружить не удалось, последствия применения стимуляторов роста были очевидны — «ножки Буша» крупнее, в них оказалось больше, чем в наших, подкожного и внутримышечного жира, но меньше мышечных волокон.

Длительное и интенсивное использование человеком земли ведет к неизбежному уменьшению ее плодородия и снижению содержания в почве не только азота, фосфора и калия, но и большинства важнейших микроэлементов. Поэтому на вопрос, нужно ли обогащать продукты витаминами и микроэлементами, можно ответить утвердительно. Однако не все так просто и однозначно.

Есть несколько разных способов. Во-первых, можно внести в почву минеральные удобрения с дефицитными микроэлементами. Например, в Финляндии проблему недостатка селена решают добавлением его в состав минеральных удобрений. Во-вторых, можно обогащать сами продукты питания: муку (кальцием, железом, цинком), соль (йодом), молоко (витамином D), соки (поливитаминами) или питьевую воду (фтором) и т. д. Обогащение массовых продуктов питания отчасти снимает дефицит отдельных веществ, но такое обогащение безадресно и достаточно дорого. Ведь не каждый готов есть необходимое количество именно такого хлеба, молока или сока, чтобы покрыть дефицит недостающих элементов. В-третьих, можно обогащать специализированные или лечебные продукты питания, которые предназначены для определенных категорий людей. Но и такой способ не оптимален, поскольку в один продукт, как правило, добавляют набор разных веществ, а значит, речь не идет об индивидуальных физиологических потребностях. Мне кажется, гораздо эффективнее назначение тех же витаминов, биоэлементов и других минорных компонентов питания в виде специализированных продуктов, препаратов или БАДов. Тогда недостающие вещества мы можем дать конкретному человеку в нужном количестве и в нужное время.

Вопрос о «биопродуктах», или «органических продуктах», также не так прост, как может показаться. Каковы критерии чистоты «биопродуктов»? В чем их принципиальное отличие? Очевидно, что основная опасность обычных продуктов питания заключается в повышенном количестве нитратов, пестицидов, радионуклидов, хлорорганических соединений и всего прочего, что связывают с развитием интенсивных сельскохозяйственных технологий и ухудшением экологической обстановки. Но если в стране достаточно жесткие стандарты качества, то «грязные» продукты не окажутся на продовольственном рынке. Тогда прошедшие контроль окажутся идентичными по качеству «органическим»? Получается, что экологическая чистота и качество полностью зависят от критериев и контроля качества.

Далее. Конечно, из общих соображений «биопродукты» должны выращиваться на экологически чистых территориях, без использования минеральных удобрений, пестицидов, стимуляторов роста и прочего. Таких территорий на Земле немного, а «биопроизводство» весьма затратно. Следова-

тельно, эти продукты питания не могут быть массовыми, они предназначены исключительно для избранных.

Не надо также забывать, что большинство пищевых продуктов проходят долгий путь от поля до обеденного стола. Они портятся, теряют качество, после кулинарной обработки разлагаются многие полезные компоненты, в них могут накапливаться токсические вещества и перекиси липидов. Поэтому если вы получили с поля «органический» продукт, это не означает, что в тарелке он останется столь же полезным.

Отдельного разговора заслуживают пищевые технологии. Сегодня с их помощью можно создать любую пищевую композицию. Но насколько состав нового пищевого продукта будет полезен для здоровья? Например, в молочные продукты сейчас добавляют растительные жиры, соевые белки, пищевые волокна. В рафинированные растительные масла добавляют альфа-токоферол (витамин E) в качестве антиоксиданта, который защищает растительные жиры от окисления. А в натуральное оливковое масло высшего качества запрещено добавлять что-либо, в том числе и антиоксиданты, — из-за этого входящие в его состав жирные кислоты быстро окисляются. Где здесь логика? Многие продукты обогащают витаминами, микроэлементами, полиненасыщенными жирными кислотами. В частности, появился хлеб, обогащенный омега-3 жирными кислотами. Но обогащают ими ингредиенты, а сколько их будет в хлебе, еще вопрос, ведь они легко окисляются при выпечке. Проще выпить капсулу биодобавки. Основная причина такого положения дел заключается в том, что между пищевыми технологиями и наукой о питании лежит глубокая пропасть, над которой пока никак не удастся навести мосты.

**А. Ф. Топунов.** Важно понимать, что абсолютному большинству людей нашей планеты важно просто наесться досыта. Для голодающих районов Африки борьба за «биологическое земледелие» в Европе и США не просто бесполезна, а опасна. И поскольку людей на планете все больше, интенсивное земледелие, так же как промышленное скотоводство и птицеводство, будет развиваться дальше. Равно как и пищевые технологии, без которых такое количество людей прокормить нелегко. Развитие биотехнологии, использование генетически модифицированных организмов и прочих подобных вещей может кому-то и не нравиться, но это — современные тенденции развития и бороться с ними просто бессмысленно. Примерно с таким же успехом можно бороться против мобильных телефонов или Интернета. Так, например, тщательные проверки выявляли факты реального использования ГМО там, где декларировали их полное отсутствие. Важно взвешивать все «за» и «против» во всех этих новых технологиях и думать о последствиях.

**Л. Стрельникова.** Итог нашей сегодняшней дискуссии вполне ожидаем: о стандартах правильного питания можно говорить только в самых общих чертах, поскольку каждый человек индивидуален не только своими привычками, но и биохимическими особенностями, которые часто запрограммированы генетически. К своему организму надо прислушиваться чрезвычайно внимательно и не бросаться в крайности. В процессе эволюции отработан механизм переваривания вперемешку белков, жиров и углеводов, поэтому к «раздельным» диетам надо относиться со здоровым скептицизмом.

Главное — ешьте с удовольствием, разнообразьте свое меню и выбирайте по возможности натуральные продукты.

Материал подготовила  
**В. Благутина**



поддону, закруглён этакой каплевидной бомбошкой, а чуть выше — острейшее бритвенное лезвие, которое и мясо, и помидоры с огурцами рассекает на весу.

Али разрывает питу, прижимает её к раскалённой решётке. Перекладывает внутри изрубленное вместе с овощами мясо.

— Ещё погляди на его соус. Он майонез взял, кефир взял и думает, у него соус. Это ерунда, а не соус.

— А что ещё надо?

— Ай, слушай, у тебя есть свои секреты? Я же их не спрашиваю. Вот и ты не спрашивай. Кушай на здоровье.

Прошло несколько лет, и от другого ливанца я узнал секрет соуса для шавермы. Растёртый кунжут, вот что нужно добавлять, чтобы получить настоящий соус.

А покуда я, боясь потерять хоть крошку, не ем, вкушаю редкостное восточное угощение.

— Шаверма! — И рот наполняется слюной.

Давно уже нет возле станции метро «Василеостровская» ларька, где торговал словоохотливый Али. Не знаю, где он; может быть, вернулся на родину, быть может, работает шеф-поваром в большом ресторане. Удачи ему, и пусть будет доволен им Аллах.

Давно уже под вывеской «Шаверма» в Питере продаётся чёрт знает что, с закисшими, заранее нарезанными помидорами, а то и капустой, пропущенной через комбайн. Никому не нужен секрет настоящего соуса, а порой тусклоглазая девица, заменившая ливанцев и даже палестинцев, вместо соуса льёт кетчуп, убивающий всякий намёк на вкус. Осталось одно только название, оскорбляющее изысканную ливанскую кухню.

Но в памяти не меркнет воспоминание о том, как это должно быть на самом деле.

О, шаверма!

**Святослав Логинов**

# О, шаверма!

Начало девяностых. Ушли в прошлое перестроечные талоны, в магазинах стало полно продуктов, жаль, что в карманах пусто. А возле станций метро и в иных оживлённых местах объявились киоски с заманчивой вывеской «Шаверма». И всё бы хорошо, если б не цены. Сглатываю слюну и прохожу мимо. Но когда судьба заносит на «Василеостровскую», я уже не думаю о деньгах, а выскребаю из карманов, что там осталось, и иду покупать недоступное прежде яство.

— С говядиной или курицей? — спрашивает Али, низкорослый ливанец с масляными глазами.

— С собачатиной, — желчно бросает случайный прохожий.

— Ай-ай! — сокрушается Али. — Я мусульманин, мне на такое даже глядеть нельзя.

— Али, — спрашиваю я, — вот у тебя написано «шаверма», а в Москве пишут «шаурма». Как правильно?

— И так правильно, и так, — отвечает Али и тут же поясняет: — Шаверма это у ливанцев, шаурма — у палестинцев. Разная еда, разные названия.

— А у кого лучше? — задаю провокационный вопрос.

Али ненадолго оставляет ножи и, глядя поверх голов, отвечает:

— Если ты хочешь услышать настоящие стихи, поезжай в Аравию. Там сохранился язык Пророка, там живут лучшие поэты. Если хочешь посмеяться, поезжай в Палестину. Там живут лучшие юмористы, даже свою страну они умудрились прохихикать. Самые замечательные парикмахеры работают в Дамаске. А лучшие портные и повара — у нас в Ливане. Посмотри, как палестинец делает свою шаурму. Помидоры и огурцы у него уже наструганы и киснут в лотке... — Али неуловимым движением рассекает на четыре части помидорину, режет вдоль небольшой огурец и принимается двумя ножами рубить мясо вместе с овощами, чтобы они взаимно пропитывались соком. — Ты станешь кушать прокисший салат? Я тебе прокисший салат не дам. Лук надо синий, египетский, — тонкие кольца лука падают сверху, — а у него лук уже нарезан, какой — не видно. Ещё не забудь про нож. Если нож тупой, он помидор будет давить, а давленное есть нельзя. А если нож острый, он железную стружку в шаверму нарежет. Это ещё хуже. Смотри, какой нож надо, я его из дома, из Ливана привёз.

В самом деле, нож удивительный. Кончик, который скользит по стальному

# В контакте

**В**се живое обменивается информацией, и с себе подобными, и с представителями других видов. Этот процесс сейчас считается важнейшим эволюционным фактором — не исключено, что он важнее, чем приспособление к условиям неживой природы, совершенствование умения добывать пищу и спастись от хищников. Наверное, в любом номере крупного научного журнала, в котором представлена биологическая тематика, сейчас можно найти статью, посвященную проблемам коммуникации у живых существ — и это могут быть не только млекопитающие, но и микроорганизмы.

**Б**актерии, в том числе болезнетворные, «переговариваются», используя сигнальные молекулы, которые пионер изучения этого языка Бонни Басслер из Принстонского университета назвала «бактериальным эсперанто». Молекулы накапливаются, и, когда их концентрация в окружающей среде достигает критической точки, бактерии предпринимают согласованные действия, атакуя организм хозяина.

До сих пор считалось, что словарный запас у них весьма скуден и исследован достаточно подробно. Результаты работы, проведенной сотрудниками Калифорнийского университета в Дэвисе, свидетельствуют: не только сами бактерии способны к более изощренным способам общения, но и некоторые растения в процессе эволюции создали «дешифраторы», перехватывающие и распознающие вражеские сигналы, дабы вовремя запустить иммунный ответ, предотвратив тем самым развитие недуга.

Итак, ученые полагали, что две основных группы бактерий — грамположительные и грамотрицательные — используют различные типы сигналов. Однако Aх21, обнаруженный у бактерий, инфицирующих рис, не принадлежит ни к той, ни к другой группе. К тому же ранее известные сигналы бактерий представляли собой небольшие молекулы, а Aх21 — пусть маленький, но белок, то есть высказывание более внушительное. Оно вызывает в организме тех, кто его услышал, мощный отклик — включается экспрессия почти 500 генов, что составляет около 10% бактериального генома. В итоге микроорганизмы образуют тщательно сконструированные биопленки, позволяющие сопротивляться, в частности, лечению антибиотиками. Так, благодаря налаженным социальным связям возрастают их шансы на выживание и распространение. Более того, по сигналу Aх21 в ход идет самый смертоносный арсенал, позволяющий колонизировать новые зоны и инфицировать их.

Кажется, куда уж растениям сопротивляться столь хорошо организованному нападению. Действительно, большинство из них практически беззащитны. Но у некоторых есть иммунный рецептор XA21, улавливающий переговоры противника. Такие растения успевают мобилизовать силы на защиту и дать отпор.

Интересно, что XA21 — представитель семейства иммунных рецепторов, за открытие которых у мух и мышей присуждена Нобелевская премия 2011 года. Авторы работы, опубликованной в журнале «PloS ONE», впервые продемонстрировали, что такие рецепторы распознают сигнальные молекулы бактерий, а сам Aх21 очень консервативен: он имеется не только у растительных патогенов, но и у некоторых человеческих. Исследования бактериального генома позволяют предположить, что такие белковые «слова» есть у многих бактерий.

Кстати, когда верстался этот номер, на сайте «Нейчур» (doi: 10.1038/nature10722) появилась статья о биосенсоре — «дисплее» из пяти тысяч колоний кишечной палочки, который



может отображать концентрацию мышьяка в среде. Обмениваясь сообщениями, генномодифицированные бактерии выделяют не обычные, а флуоресцирующие сигнальные вещества, что позволяет человеку «подглядывать» за их переговорами.

*Han S-W, Sriariyanun M, Lee S-W, Sharma M, Bahar O, et al. (2011) Small Protein-Mediated Quorum Sensing in a Gram-Negative Bacterium. PLoS ONE 6(12): e29192. doi:10.1371/journal.pone.0029192.*

**Ж**ивые существа, способные к совместным действиям, используют для общения и язык жестов. Долгое время считалось, что жестикулировать умеют только люди и человекообразные обезьяны. Симона Пика из Орнитологического института Общества Макса Планка и Томас Буньяр из Венского университета показали, что вороны (*Corvus corax*) жестикулируют клювами, чтобы привлечь внимание потенциального партнера или закрепить уже существующие взаимоотношения. В течение двух лет они наблюдали за птицами в Природном парке Кумберленд (Грюнау, Австрия).

Птицы указывают на мох, камешки, прутики («Посмотри!») или предлагают их собеседнику («Возьми!»). В основном эти жесты предназначались представителям или представительницам противоположного пола и приводили сначала к совместному манипулированию этими предметами, а потом зачастую и к созданию пар.

Вороны принадлежат к тому же семейству, что вороны и сороки, но значительно превосходят пернатых собратьев в интеллектуальном развитии, набирая в тестах баллы, сопоставимые с теми, что показывают человекообразные обезьяны. Поиск партнера занимает у них немало времени, зато внутри семейных пар налажено сотрудничество, не в последнюю очередь благодаря довольно сложной коммуникативной системе.

Вороновые жесты «Посмотри!» и «Возьми!» напоминают детские — человеческие малыши прибегают к ним в возрасте 9—12 месяцев, когда еще не умеют разговаривать. Ученые считают, что подобные жесты — точка отсчета для использования символов и, как следствие, языка. Любопытно, что наблюдать подобные жесты у наших ближайших родственников — человекообразных обезьян — удается чрезвычайно редко.

*Simone Pika & Thomas Bugnyar. The use of referential gestures in ravens (*Corvus corax*) in the wild. Nature Communications, November 29, 2011, doi: 10.1038/ncomms1567.*

**О**бщественные животные способны к соперничеству и взаимопомощи, но до сих пор считалось, что высшие проявления этих качеств можно наблюдать лишь у приматов. Сотрудники Чикагского университета показали, что в подобной ситуации и крысы оказываются на высоте.

Авторы исследования приютили в лаборатории 60 крыс,





разбив их на пары. Две недели спустя один из зверьков каждой пары оказался в пластиковой ловушке, дверцу которой, впрочем, можно было открыть снаружи, толкнув мордочкой.

Оставшиеся на свободе животные явно проявляли сочувствие к «узникам», и через 12 дней тренировок 77% из них научились открывать заветную дверцу. У них не было никаких внешних стимулов к этому: стенания жертв были не такими частыми и громкими, чтобы заподозрить освободителей в примитивном желании обрести покой. Они освобождали товарища и когда условия эксперимента изменялись таким образом, что освободитель не мог поддерживать контакт с напарником после того, как тот выходил на волю. Более того, если в серии контрольных опытов в ловушке сидел игрушечный зверек или она вовсе была пустой, только 12% проявили активность и научились открывать «темницу» — сочувствовать-то было некому! А ведь помимо прочего действия в критической ситуации требуют борьбы с собственным чувством беспокойства, которое парализует волю и мешает что-либо предпринимать. Крысы справились и с этим.

Ученые попытались очертить границы сочувствия и поставили зверьков перед нелегким выбором: теперь в одной ловушке сидела знакомая крыса, в другой лежал шоколад. Но и здесь участники эксперимента не дали слабину, одинаково быстро и ловко отпирая обе двери. Если же альтернативой шоколаду вновь оказывалась игрушка, то сладкой темнице выказывали предпочтение.

Еще удивительнее, что освободители, которые могли сначала добыть шоколад, съесть его весь в одиночку и лишь потом заняться собратом, не делали этого, а чаще всего делились угощением с бывшим заключенным. Подобное благородство редко встретишь не только в животном мире, но и среди людей, уверены авторы. В то же время они полагают, что сочувствие — одно из фундаментальных свойств, общих для млекопитающих. Возможно, его истоки — в материнском желании накормить, оградить от боли и страха своего малыша, которому мать сопереживает как никому другому. В сопереживании сородичу могут быть задействованы те же нервные структуры.

*Inbal Ben-Ami Bartal, Jean Decety, Peggy Mason. Empathy and Pro-Social Behavior in Rats. Science, 9 December 2011, vol. 334, no. 6061, pp. 1427–1430. doi: 10.1126/science.1210789.*

**В**ступая в социальный контакт, люди действуют не безоглядно, поскольку он может не только принести им пользу, но и причинить зло. Большинство из нас старается запомнить, как проявили себя те, с кем пришлось иметь дело, и в зависимости от этого мы выбираем линию поведения в будущем. Совсем коротко это можно сформулировать так: «Если X в прошлом вел себя хорошо, с ним можно иметь дело. Если Y раньше не шел на контакт или от него исходила опасность, избегай его». Такой линии поведения придерживаются не только взрослые — ее наблюдают у младенцев уже в первый

год жизни. Причем их понимание ситуации, скорее всего, не сводится к этой формуле, а лежит за ее пределами. Известно, например, что не умеющие говорить малыши и человекообразные обезьяны отличают того, кто пытается их угостить, но не может этого сделать, от того, кто намеренно не дает сладости.

Есть ситуации, когда взрослые в своих поступках тоже действуют за рамками предположенной формулы, например не избегают Y, если есть возможность его наказать. Иногда они действуют в ущерб себе и не будучи сами в числе жертв Y. Неврологические исследования подтверждают, что мозг человека реагирует на месть так же, как на вознаграждение, полезное ему лично. Иногда причина бывает иной: изменилось мнение о том, что совершил Y, и, следовательно, о нем самом. Например, он поступил плохо, но по отношению к тем, кого можно считать заслуживающими наказания.

Способность к столь тонкой нюансировке в социальных отношениях может быть результатом влияния культурной среды в процессе индивидуального развития. Но хотя бы отчасти она могла быть сформирована естественным отбором, в ходе которого создавалась система социальных суждений. Именно она поддерживает постоянное взаимодействие представителей рода человеческого.

Канадские ученые из университета Британской Колумбии в Ванкувере провели серию экспериментов с участием малышей в возрасте пяти и восьми месяцев от роду, дабы проверить, способны ли они к столь тонким нюансам в отношении к третьим лицам. Роли «плохих» и «хороших» в различных социальных ситуациях исполняли перчаточные куклы, которые зачастую выглядят весьма выразительно.

Дети наблюдали, как некий зверек пытался достать из прозрачной коробки погремушку. Один кукольный персонаж (П) помогал ему в этом, другой мешал (М). Затем появлялись два новых персонажа — один давал П или М мячик, другой отнимал. Оказалось, что в случае с П все малыши одинаково симпатизировали тому, кто давал ему мяч. А когда дело дошло до М, симпатии разделились: пятимесячные малыши продолжали симпатизировать первому персонажу, а восьмимесячные приветствовали действия второго. Следовательно, в этом возрасте дети уже отдают предпочтение положительному герою и одобряют, когда с отрицательным персонажем поступают по принципу «как аукнется, так и откликнется».

Таким образом, даже в первый год жизни дети способны к достаточно сложным суждениям и социальным оценкам, выносят их на основании общего контекста, в котором наблюдают эту ситуацию.

*J. Kiley Hamlin, Karen Wynn, Paul Bloom, and Neha Mahajan. How infants and toddlers react to antisocial others. Proceedings of the National Academy of Sciences, December 13, 2011, vol. 108, no. 50, pp. 19931–19936. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1110306108.*



# В океане ароматов

**М. Демина**

«Шанель № 5», «Мисс Диор», «Риччи Риччи» — сердце какой женщины не забьется сильнее при этих словах. Маленький изящный флакончик любимых духов в сумочке — праздник, который всегда с тобой.

Слова бессильны описать аромат, Впрочем, так же, как и музыку, и цвет. Как передать запах живительной прохлады раннего летнего утра, колючей свежести морозного ветра, томления пестрого луга, изнывающего под па-

лящими лучами солнца? Художник, смешивая краски, добивается почти бесконечного разнообразия оттенков цвета. Композитор, используя семь нот, играя ритмом и длительностью звучания, сочиняет прекрасные мелодии. Так и парфюмер, составляя рецептуру духов, создает новые ароматы, которые несут информацию, воспринимаемую обонянием бессознательно, — пробуждают воспоминания, предчувствия, даруют блаженство и умиротворение. Они способны доставить человеку не меньшее наслаждение, чем прекрасная музыка или шедевр изобразительного искусства.

**Сквозь дым**

Парфюмерия — создание ароматических смесей из натуральных веществ, продуктов растительного и животного происхождения, а также синтетических. Родиной парфюмерии считается Древний Египет. Там уже пять тысячелетий назад умели получать душистые эфирные летучие масла из цветов, листьев, плодов, семян и корней растений. Из них делали благовония, мази и бальзамы. Первыми парфюмерами были жрецы, и рецепты ароматных смесей они держали в тайне. В храмах расставляли сосуды с эфирными маслами



кедра, кипариса, ладаном и миррой, что давало надежду на помощь высших сил в спасении души и защите от врагов. Ладан и мирра — сильно пахнущие смолы желтого или красного цвета, добываемые из некоторых кустарников и деревьев, растущих в Средиземноморье и на побережье Красного моря. При нагревании ладана выделяется дымный сладко-терпкий аромат. Во время жертвоприношений и для прославления богов жрецы воскуряли благовония, состоявшие из ароматических смол, шалфея, дрока, можжевельника, фиштак, семян пажитника, замешанных на канифоли и меде. Для ароматизации воздуха в храмах использовали также сандаловое дерево с острова Цейлон, смолы и камеди, например янтарную и терпентиновую. Эфирные масла улетучивались душистым дымом, улаждая душу и тело. Возможно, поэтому искусство создания ароматов и было названо парфюмерией, от латинского *per fumum* — сквозь дым.

Ароматные смеси использовались для бальзамирования тел знатных особ и царей, отошедших в мир иной. В саркофаг обязательно клали совершенно необходимый для жизни вечной предмет: запечатанный сосуд из камня или алебаstra с жидким душистым маслом лотоса, лилии, ириса. Чем не флакон с духами?

Древние греки и римляне заимствовали у египтян знания по созданию парфюмерных ароматических смесей. Они заметно расширили палитру используемых душистых растений: из Индии привозили камфару, из Персии мирт, ладанник. В рецептах появились корица, гвоздика, кардамон, мускатный орех, алоэ. Парфюмерия потихоньку ускользала из душных храмов. Пахучие ароматы ладана и мирры стали появляться в жилищах богатых горожан. По свидетельству Плутарха, приятный освежающий дым мирры «подготавливает тело человека к блаженству сна и бесследно уносит неудачи». В городах открывались лавки, где торговали душистыми бальзамами, притираниями, мазями, маслами — розовым, ореховым, оливковым — и, конечно, духами: твердыми, в виде ароматических шариков, и жидкими, в керамических или каменных бутылочках круглой и грушевидной форм. Их использовали для лечения кожи, массажа, омовений и купаний в ваннах и термах.

В VI веке до н. э. впервые в парфюмерии начали использовать вещества животного происхождения — мускус, белую и серую амбру и цибетин, считавшиеся у египтян нечистыми. Малая их толика придает духам завершенность и служит фиксатором запаха, то есть

не дает летучим душистым маслам испаряться слишком быстро. Мускус получают из желез самца кабарги, цибетин — из желез циветы, некрупного хищника семейства виверровых. Амбра — похожее на воск вещество с нейтральным запахом, образующееся в кишечнике кашалотов.

В XI веке парфюмерия совершила гигантский рывок в своем развитии: на востоке, в Аравии, был изобретен перегонный куб и впервые получен чистый 96%-ный этиловый спирт, прозрачный, без запаха и вкуса. Появились духи в нашем современном понимании — на спиртовой основе.

### «И чувств изнеженных отрада...»

В XII веке парфюмерия выбирает своим постоянным пристанищем небольшой городок Грасс на юге Франции, в окрестностях которого буйно росли дикая лаванда, померанцевые деревья и крупнолистный жасмин, что и предопределило основное занятие горожан: они становятся искусными создателями новых ароматов. В 1190 году по королевскому указу во Франции образуется корпорация аптекарей-парфюмеров. Тем самым приобретала законный статус новая специальность, для освоения которой необходимо было пройти курс обучения. Через шесть веков Грасс станет парфюмерной столицей мира. А сначала было только масло лаванды, которым лечили инфекционные заболевания, такие, как холеру и даже туберкулез. Говорят, что эпидемии и моры, от которых страдала вся Европа, обходили Грасс стороной.

Здесь в большом количестве производились цветочные масла, легкие ароматизированные воды для умывания и духи на спирту, пахнущие розой, жасмином, фиалкой, — их называли «благоухающие воды». Хранили их в дорогих стеклянных посеребренных или позолоченных флаконах. Ими душили перчатки, веера, воротники, манжеты и даже мебель гостиных и будуаров. Густым душистым маслом смазывали волосы.

«Сухие ароматы» из смеси смол в виде душистых шариков или пастилок зашивали в складки одежды и раскладывали в шкафах и комодах. Модницы носили их в золотых и серебряных коробочках, которые имели форму яблока, разрезанного на четыре дольки, и были скреплены крышечкой с кольцом. Их называли помандеры (*potte d'ambre* — янтарное, или амбровое яблоко). Большой популярностью у знатных дам пользовался туалетный уксус, ароматизированный лавандой, бергамотом.



СВЕТ МОЙ, ЗЕРКАЛЬЦЕ, СКАЖИ...

Губку, пропитанную им, держали в закрытых чашечках на цепочке — винегретках (*vinaigre* — уксус). Если дама, слишком туго затянутая в корсет, падала в обморок, а это случалось часто — то ли от духоты в гостиных, то ли от желания привлечь к себе взоры кавалеров, ее быстро приводили в чувство, протерев лоб и виски губкой из винегретки. Уксус использовали и как бактерицидное средство, ведь в кислой среде бактерии погибают. Правда, этого средневековые лекари еще не знали.

В 1775 году королева Мария-Антуанетта открыла в Париже первый в истории Парфюмерный Дом, предприятие, где создавались духи высочайшего качества для европейской знати. Главным парфюмером был любимец двора Жан-Франсуа Убиган, именем которого Дом и назывался. Духи разливали в роскошные флаконы, которые поставляли Мейсенская и Севрская фарфоровые мануфактуры. Заказчиками Дома Убигана были и русские императрицы. Только в Россию отправлялись духи «Букет царицы» (*Bouquet de la Tsarine*). В конце XIX века Дом Убигана выпустил духи «Королевский папоротник» (*Fougere Royale*), знаменитые тем, что в них впервые было использовано синтетическое вещество кумарин с запахом свежескошенной травы. Духи под названием «Свежее сено» («*New-Mown Hay*») позднее производили многие известные фирмы: естественное очарование синтетического компонента пришлось покупателям по душе.

### «Вода из Кельна» и лосьоны

В самом конце XVIII века появился одеколон. Кто его придумал, точно не известно. По легенде, в городе Кельне жил аптекарь Джованни Фемини. Он готовил и продавал лечебный ароматический уксус под названием «Чудодейственная вода» (*aqua mirabilis*) с запахом розмарина, лаванды и бергамота в винном спирте. Рецепт он когда-то не совсем законно позаимствовал у монахинь флорентийского монастыря Санта Мария Новелла. Ему помогал молодой человек по имени Джованни Фарина,

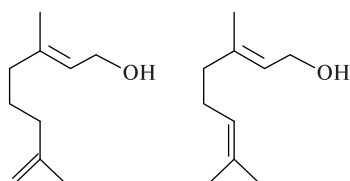


который быстро оставил не удел своего наставника и начал продавать «Усовершенствованную чудодейственную воду», пользовавшуюся благодаря хорошей рекламе огромной популярностью в Германии. Понравилась она и французской знати. В Париже ее называли «Кельнская вода» (Eau de Cologne). Одеколон Джованни Фарина покорила всю Европу: его любили и Наполеон Бонапарт, и Людовик XV, и его фаворитки. Им душили одежду, полоскали горло, добавляли в ванны и пили с сахаром. Говорят, что Наполеон использовал не менее 60 флаконов одеколona в месяц и один всегда имел при себе, за отворотом сапога.

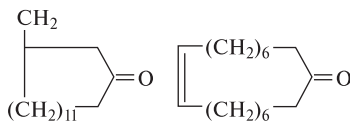
К 30-м годам XIX века в моду входят лосьоны с нежными, едва уловимыми цветочными ароматами. Духи временно отселяются на второй план. Получают лосьоны методом отгонки с водяным паром, почти не претерпевшим изменений до наших дней. В закрытой емкости, дно которой представляет собой огромное сито, раскладывают сырье — листья и стебли цветов, мелко порубленную древесину, кусочки мхов. Через отверстия пропускают горячий водяной пар, который впитывает в себя аромат и остывающими капельками собирается на стенках, а затем стекает вниз. На поверхности воды, вобравшей в себя аромат, — это и есть лосьон — плавают густое эфирное масло. Его легко собрать повторной перегонкой.

Из цветов с нежными лепестками ароматы извлекают методом, называемым анфлёраж (enfleurage), или мацерация, с использованием растительного или животного жиров. В емкость с жиром закладывают цветочные лепестки и долго греют на водяной бане. Полученную массу процеживают сквозь мелкое сито. Получившееся густое ароматическое масло перемешивают со спиртом и замораживают. Эфирное масло отделяют от жира, фильтруют и отгонкой удаляют алкоголь. Результат — чистейшее концентрированное цветочное масло. Пахнет оно резко и остро, но его крошечная капелька, растворенная в спирте, наполняет все вокруг благоуханием фиалки, розы, резеды, нарцисса.

Цитрусовую эссенцию получают еще проще — выжимкой. Апельсины, лимоны, мандарины катают по металлической доске, покрытой мелкими зубчиками. Вытекающее из цедры масло стекает в подставленный сосуд или собирается губкой. Цитрусовое эфирное масло мы частенько «получаем» сами, очищая апельсин с толстой сочной кожурой: светлая липкая жидкость течет по пальцам и жжет глаза, если вдруг брызнет в лицо.

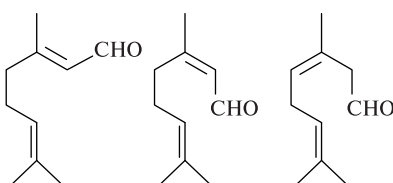


Гераниол (альфа- и бета-формы)

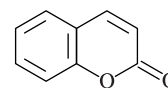


Мускон

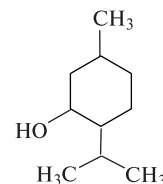
Цибетон



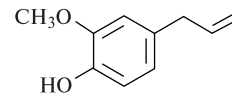
Цитраль: гераниаль, нераль, изоцитраль



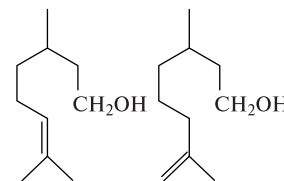
Кумарин



Ментол



Эвгенол



Цитронеллол и его изомер

## Химия в помощь

К середине XIX века искусство парфюмерии замедлилось в своем развитии. Да, во Франции один за другим открывались модные парфюмерные дома: Дом Герлена, Дом Ворта, который стал первым в истории «от кутюр» домом высокой моды. Да, парфюмеры искали новые ароматы, комбинируя уже известные запахи. Но все же их продукция оставалась по-прежнему очень дорогой и была доступна только состоятельным людям. Ведь для получения одного килограмма розового масла нужно переработать три тонны нежнейших лепестков, а для фиалкового — почти в десять раз больше!

Парфюмерия взяла небольшой таймаут, готовясь к рывку вперед. И он произошел. В 1867 году англичанин Уильям Генри Перкин синтезировал первое душистое вещество, уже упоминавшийся кумарин, реакцией салицилового альдегида и уксусного ангидрида. Десятью годами раньше он же получил первый синтетический краситель. Правда, искал он хинин, средство от малярии, чтобы хорошо заработать. С хинином ничего не вышло, с деньгами тоже, но ему досталась слава первооткрывателя эры органической химии. Один за другим синтезировались красители, душистые вещества, лекарственные препараты, устанавливались формулы их молекулярного строения. В 1887 году был синтезирован ментол, добывавшийся ранее из масла мяты перечной. В 1891 году немецкий химик Альберт Баур синтезировал тринитробутилол, имевший запах мускуса. След

за ним были получены мускон, цибетон, мускус-ксиллол, мускус-амбрет. Если бы это случилось раньше! Сколько зверей можно было бы сохранить, а их варварски истребляли только для того, чтобы дамы великосветских салонов могли благоухать чувственными ароматами. Почти 30 тысяч оленей кабарги должны сложить свои головы ради одного килограмма мускуса.

Настал звездный час парфюмерии. Химики бросились изучать природные эфирные масла, определять строение отдельных компонентов, число которых достаточно велико, например в розовом масле их более 200. Сначала была выделена большая группа веществ — терпены состава  $(C_5H_8)_n$  и их производные — терпеноиды. Оказалось, что терпены широко распространены в природе. Их можно синтезировать или получать отгонкой с водяным паром, например, из скипидара или живицы. Терпеноиды — это синтезированные вещества, результат обращения терпенов в спирты при присоединении к ним воды. Именно они и пахнут сиренью, розой, гиацинтом, корицей, гвоздикой, камфарой. Одними из первых были получены эвгенол с запахом гвоздики (авторы научных статей об ароматических веществах относят его как к терпеноидам, так и к производным фенола), цитраль с запахом цитрусовых, цитронеллол и гераниол, пахнущие розой. Во всех цветочных маслах были обнаружены альдегиды, также давно известные химикам. Еще в начале XIX века из косточек вишни, персика, абрикоса и миндального ореха было выделено вещество с горьковатым

запахом, названное бензойным альдегидом —  $C_6H_5-CHO$ .

Термин «альдегид» дословно означает «алкоголь, лишенный водорода»:  $al(cohol) dehyd(ro)genatum$ ). Многие альдегиды — душистые вещества. Они могут пахнуть розой, лимоном, травой, кокосом. Запах зависит от концентрации: неразбавленные альдегиды пахнут резко, остро и даже неприятно, а в небольших концентрациях, типичных для эфирных масел, — нежно и свежо. Получают их реакцией окисления спиртов, при которой молекула спирта теряет водород. Все альдегиды цветочных масел были успешно синтезированы для нужд парфюмерии. Куминовый альдегид, гелиотропин с запахом гелиотропа и сирени, лауриновый альдегид, пахнущий лимоном и хвоей, каприновый альдегид с запахом кориандра и цитрусовых, анисовый альдегид, пеларгоновый, пахнущий розой. Были синтезированы альдегиды, в природе не встречающиеся, например фенилуксусный с запахом гиацинта.

К концу XX века химики научились синтезировать практически все природные душистые вещества. Сегодня душистые вещества делят на три группы. Первая — натуральные эфирные масла. Они очень дороги и в чистом виде практически не используются, кроме, быть может, розового, лавандового и гвоздичного. Вторая группа — полусинтетические вещества, которые получают химической переработкой природных, относительно недорогих продуктов. Третья, самая многочисленная, — синтетические вещества, как полностью идентичные природным, так и не имеющие природных аналогов.

## «Красная Москва», «Шанель» и «Пуазон»

На далекую от Грасса Россию парфюмерия обратила свой взор только в конце XIX века: в Москве заработала первая парфюмерная фабрика «Ралле и Ко». Ее основателем был, конечно, француз по имени Альфонс Ралле. Все лучшее, что было наработано к этому времени, начиная от современного оборудования и заканчивая новомодными тенденциями в восприятии ароматов, — все было привнесено им в русскую жизнь. Находкой стали зимние духи «Парфюм де фурор» (духи для меха), которыми душили меховую одежду. Мех, как известно, очень долго держит запах, а на морозе он приобретает дополнительное хрустальное звучание. Дамы в беличьих шубках с горностаевыми муфтами, в которых грелись нежные ручки, катались на санях и тройках, оставляя за собой искрящийся, волнующий шлейф аромата. Стало модным иметь «свои»

духи, не меняющиеся годами. Ими душили белье, платья и всякие мелкие вещицы.

Вслед за Ралле в Россию приезжает юный Генрих Брокер, сын мыловара, мечтавший открыть свое дело, заработать и вернуться во Францию известным парфюмером. Но жизнь распорядилась иначе. Генрих стал Генрихом Афанасьевичем, в совершенстве овладел русским языком, женился и уже не мыслил себя вне России. Его фирма «Брокер и Ко» предложила обществу новый аромат — духи «Любимый букет императрицы», «свежий, легкий, прозрачный цветочный запах с чарующими нотами бергамота и жасмина, цветочных смол и мускуса». В советское время эти духи были названы «Красная Москва» и стали не просто любимыми духами, но символом страны. В 1943 году, когда в холодной и голодной Москве начала работу закрывшаяся с началом войны фабрика «Новая заря» (бывшая «Брокер и Ко»), первой ее продукцией стала легендарная «Красная Москва». Флаконов не хватало, и духи продавали «в разлив».

После окончания войны парфюмерная промышленность возродилась очень быстро. В Москве заработала «Свобода» (бывшая «Ралле и Ко»), в Ленинграде «Северное сияние» (бывшая Петербургская теххимическая лаборатория). Советская парфюмерия создала новые ароматы: «Белая сирень», фантазийные «Пиковая дама», «Красный мак» с изысканным солнечным запахом восточных пряностей. Появились подарочные наборы «Огни Москвы», «Юбилейные» — духи и одеколон, упакованные в красивые коробки, высланные изнутри шелком. Флаконы, как правило, имели притертую пробку, заклеенную вощеной бумагой и перевязанную шелковой лентой с кисточкой или бантом на конце. Во Франции такие пробки не делали начиная с 30-х годов из-за их высокой цены. В магазине флаконы не открывали — ароматы можно было попробовать, только купив духи. Впрочем, все они были уникальны и неповторимы, и их знали заранее. Русская традиция иметь «свои» духи осталась и у советских женщин.

В 80-е годы в Советском Союзе впервые появились в продаже французские духи: «Climat» от фирмы «Ланком» с нежным фруктово-цветочным ароматом и совсем другие, неожиданные — «Poison» (яд), созданные Домом моды Кристиана Диора. Их пряный аромат с запахом кориандра, корицы, листьев апельсинового дерева и лесных ягод, без единой цветочной нотки, соблазнительный и чувственный, кружил головы и сводил с ума. Духи имели ошеломляющий, сногшибательный



## СВЕТ МОЙ, ЗЕРКАЛЬЦЕ, СКАЖИ...

успех. Вкусивший желанной «отравы» приобщался к другому миру. Эти духи отразили кредо Кристиана Диора, открывшего свой Дом в тяжелое послевоенное время, — освободить, раскрепостить женщину, вернуть ей очарование, заставить поверить в себя. Следующие «Tendre Poison», «Hypnotic Poison» и «Pure Poison» такого успеха уже не имели. В памяти остались те первые, которые у нас называли просто — французские духи.

Несравненная Коко Шанель говорила: «Я не хочу запаха роз или ландышей. Парадокс, но женщина, пахнущая цветами, — это нечто ненатуральное. Естественный запах духов должен быть создан искусственно». «Шанель № 5» в строгом граненом флаконе, наверное, самые известные в мире духи — таинственные, женственные, покоряющие элегантною легкостью. Более 80 ароматов используется в них — роза, жасмин, ландыш, ирис, нарцисс, пачули, мускус, амбра, — и ни один, кроме, быть может, жасмина, любимого цветка Коко, не слышен сам по себе. Это букет абстрактных запахов, чистых и прозрачных.

Создатель «Шанель № 5», самый известный парфюмер XX века, Эрнест Эдуардович Бо, родился в Москве в 1882 году, работал у Альфонса Ралле и был известен своими «неожиданными и замечательными комбинациями». В 1915 году он ушел на фронт. Ему не суждено было вернуться в Россию — судьба занесла его во французский Грасс, где он, бедный русский эмигрант, познакомился с Габриэль Шанель, которая к тому времени уже имела свой модный дом. Она попросила создать для нее духи, пахнущие «свежестью рек и озер, которую они излучают во время солнцестояния». Эрнест Бо предложил ей около десяти вариантов духов, и она выбрала один. На вопрос, как назвать духи, Шанель ответила: «Пусть будет номер, написанный на пробирке». В 1921 году «Шанель № 5» появились в продаже. Эрнест Бо, русско-французский парфюмер, придумал для дома Шанель еще несколько новых композиций: «Cuir de Russie» с восточным



плотным, густым, обволакивающим ароматом, который так любила великая мадемуазель, «Gardenia» — нежные воздушно-сладкие, с запахом гардении и фиалки, особенно трепетно слышимом на сладком аромате ванили и кокоса. Но «Шанель № 5» остались непревзойденными. Сам Эрнест Бо говорил о них в 1946 году очень скромно: «Эта композиция все еще пользуется большим успехом».

## Ароматы в строю

Парфюмеры всего мира много раз пытались упорядочить ароматы, распределить по категориям, классам. В европейской классификации за основу взят принцип преобладания какой-либо составляющей в аромате.

Самый обширный класс — цветочные ароматы, где явственно слышны роза, жасмин, фиалка, лаванда, сюда же входят цветочно-зеленые и цветочно-фруктовые. Цитрусовые ароматы, основа всех одеколонов, могут быть пряными — с гвоздикой, мускатным орехом, ванилью, или цветочными — чаще всего с жасмином, или гесперидно-ароматическими — с тмином, розмарином и мятой. Восточные, или амбровые, ароматы — плотные, чувственные, с мускусом и амброй. Они могут быть ванильно-сладкими, цветочно-пряными. Шипровые ароматы — направление в парфюмерии, начало которому положил известный парфюмер Франсуа Коти. Название «Шурге», по-видимому, связано с островом Кипр, где выращивают множество эфирно-масличных растений. Эти композиции основаны на ароматах бергамота, пачули, дубового мха. Шипрово-цветочные — с ландышем, жасмином и более легкие шипрово-фруктовые — с персиком и дикой сливой. Фужерные ароматы еще называют папоротниковыми, хотя пахнут они не папоротником, а лавандой с нотами бергамота. Кожаные и древесные ароматы — особое направление в парфюмерии, предназначенное для мужчин. Это может быть запах коры березы или кедра с привкусом дыма, табака, хвои, мускатного ореха и гвоздики. Новая тенденция, предложенная в конце 90-х

годов парфюмерным домом Кензо Такадо, — морские ароматы.

Каждый аромат выпускается серией, включающей духи, одеколон, парфюмерную и туалетную воду. В духах содержится от 20 до 50% душистых веществ, остальное — чистый спирт. В одеколоне душистых веществ не более 8%, спирта около 80%, остальное — вода. Туалетная и парфюмерная вода содержит 50—60% спирта и всего 1—2% душистых веществ.

Почему один аромат приятен, а другой нет? От чего зависит запах вещества? Иногда душистые вещества разного строения пахнут одинаково, например, запах розы имеют пеларгол, фенилэтанол, гераниол. Миндалем пахнут бензальдегид, бензонитрил, нитробензол. Запах одного и того же вещества может быть приятным или отвратительным в зависимости от концентрации. Эфирные масла некоторых растений не имеют присущего им запаха, например, эфирное масло из цветов ириса пахнет ландышем, а его корневище — фиалкой, его даже называют фиалковым корнем. А эфирное масло из фиалковых лепестков почему-то пахнет свежим огурцом. Точных ответов на все загадки, связанные с ароматами, пока нет.

## Слушаем ароматы

Как же не потеряться в океане ароматов, красивых названий, роскошных флаконов? Как найти свои духи? Есть ли они? Одни ароматы хороши для лета, другие для зимы. Те, что идеальны на вечернем приеме, вряд ли будут уместны в утреннее время. Девушкам не подойдут духи, которыми пользуются взрослые элегантные дамы, и наоборот. Сейчас полки магазинов заполнены продукцией известных и малоизвестных фирм. Выбор огромен. Впрочем, на полках немало и подделок — парфюмеры вежливо называют их «подражаниями».

Аромат настоящих хороших духов можно слушать, как музыкальное произведение. Вот как ощущает свое творение знаменитый французский кутюрье XX века Юбер Джеймс де Живанши: «Сначала увертюра — нарастающая тема жимолости и розы, затем вступа-

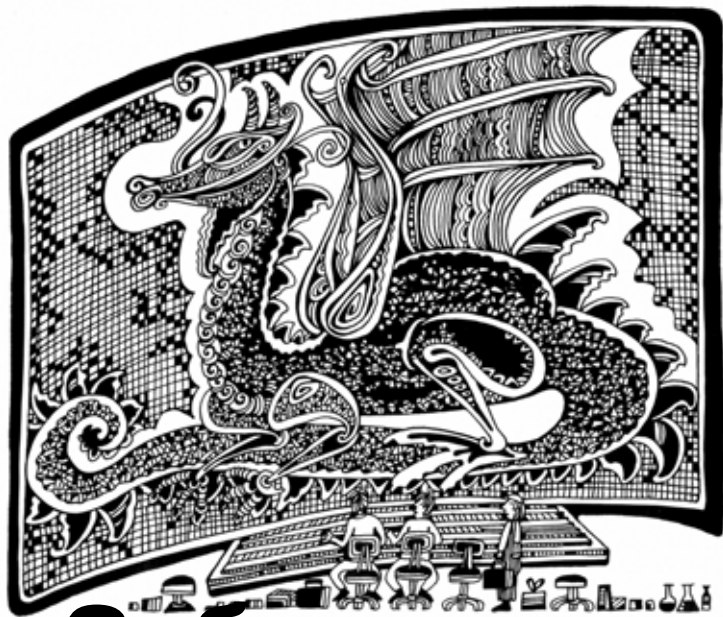
ют более интенсивные тона гардении и пиона и, наконец, долгий шлейф мускатного ореха и кедра на фоне теплой сладостной нежности ванили и белой амбры». Эта композиция называется «Органза», в полной мере соответствующая кредо Живанши — духи как непринужденный свободный шик. Кристиан Диор в композиции «J'adore!» («Я обожаю») остается верен себе: она начинается ароматом весеннего жасмина и плюща, незаметно подкрадываются бархатистые ноты цветов магнолии и орхидеи, мощно вступает главная тема нежных фиалок и гордых роз и как завершение — сладкая слива, мандарин, амарантовое дерево и мускус.

Напоследок несколько известных, но всегда актуальных правил. Если вам нравятся духи, которыми пользуется подруга, совсем не обязательно они «будут к лицу» вам. Ведь кожа имеет собственный запах, и желательно, чтобы парфюмерия с ним гармонировала. Нанесите капельку на запястье или подушечку пальца и походите с этим ароматом часа два. Понаблюдайте за ним, почувствуйте, как он меняется. Именно так определяют подделки, извините, подражания. Они отдают весь аромат сразу, а через некоторое время может появиться посторонний и даже отталкивающий запах.

Ароматы надо уметь носить, как туфли на высоких каблуках. Они должны жить в гармонии с настроением души, мироощущением, обстановкой и одеждой. Сильный запах даже самых дорогих и известных духов, сопровождающий женщину и остающийся после ее ухода, не свидетельствует о безупречном вкусе. Современные направления в парфюмерии предлагают более легкие ароматы, чем столетие назад. Однако «легкие» не значит «простые»: это хорошо сбалансированные, утонченно-сложные комбинации. Выбирая понравившийся аромат, не забудьте о парфюмерной или туалетной воде в дополнение к концентрированным духам. Немного туалетной воды утром, капелька духов того же аромата вечером, как завершение наряда, — и вы неотразимы и уверены в себе.







Художник Н. Колпакова

# Зуб



Алексей Дуров

НАНОФАНТАСТИКА

Постучали в дверь, и вошел хмурый с похмелья слесарь Демьяныч — принес прозрачную коробочку, в которой побрякивало что-то маленькое, с фасолину, желтовато-серое.

— Что это? — спросил Сергей.

— Зуб, — ответил Демьяныч. — Ляшко передал. Он только с раскопок, его шеф сразу вызвал, а ему не терпится, чтобы вы реконструировали.

— Чей зуб-то?

— А я знаю?

— Другие фрагменты есть?

— Не знаю я. Сказали передать, я передал, а больше ничего не знаю. Что, одного зуба не хватит?

— Хватит.

Демьяныч ушел, а Сергей принялся за работу. Казалось бы, чего там — обмерить кость (или зуб, как сегодня) лазерным сканером и ввести данные в программу «Палеорекопектор», которая сама воссоздаст строение древнего зверя, вплоть до цвета шкуры. За час освоиться можно — но это только на первый взгляд. Чтобы вникнуть во все тонкости и набраться сноровки, требуются годы. Сергей вник и набрался, к работе относится добросовестно, потому палеонтологи уважают его поболее, чем иных корифеев.

Взял пинцетом зуб — точнее, кусочек зуба, — рассмотрел, прикидывая, как его ловчее моделировать. Снял в разных ракурсах лазерным сканером. Потом синтезировал модель и сохранил результат. Чтобы сравнить с оригиналом, покрутил изображение на экране и померил зуб микрометром — убедился, что форма и размеры совпадают. И запустил «Палеорекопектор», в диалоговом окне программы отметил тип объекта исследований — зуб. А больше ничего сообщить не смог, потому что не знал. Даже класс животного и геологическую эпоху пришлось оставить неизвестными. Управится ли программа? Должна, ей не впервой.

Потом Сергей с удовольствием, которое вряд ли когда приесться, смотрел, как на экране обломок достраивается до целого зуба, клыка. Переворачивается — ага, это нижний клык, а не верхний. Прорисовываются соседние зубы, одновременно проявляется челюсть. Рывком возникает весь череп — на собачий немного похож, видимо, зуб принадлежал млекопитающему или же позднему звероящеру. Один за другим появились позвонки — аж до самого кончика длинного хвоста. И включилась другая подпрограмма — нарисовалось изображение зверя целиком,

пока что схематичное и размытое, только уже «вычисленные» череп и позвоночник остались четкими.

А у зверя-то шесть конечностей. Странно, высшие позвоночные обходятся четырьмя, а тут две лишние. Похоже, случайное отклонение — помнится, когда только проверяли «Палеорекопектор» — воссоздавали тапира по коленной чашечке, — так в одном из промежуточных схематичных вариантов зверь был с ластами. В окончательном варианте — нормальный тапир. Пятые ноги тоже иногда появляются, но в конце реконструкции исчезают.

Зверь набирал четкости, однако лишние конечности никуда не делись. Передняя пара сместилась вверх, потом назад, стала уже не передней, а средней, одновременно пальцы удлинились, особенно наружные... Да это же крылья! Не совсем такие, как у летучей мыши, другой формы, однако принцип тот же — перепонки между очень длинными пальцами.

Да что же это такое Ляшко откопал?! Чей зуб, что за зверь? Что-то в нем есть и от тигра, и от змеи... Неужели... дракон?!

Или это глупая шутка? Вряд ли, чтобы так пошутить, нужно как минимум знать «Палеорекопектор» не хуже Сергея. Ошибка в программе? В прошлом палеонтологи посмеивались, что, если дать им скелет слона, они сотворят гигантского хомяка. Но с тех пор наука далеко продвинулась, по слоновьему зубу реконструируется именно слон и никто другой. А по драконьему — дракон, иначе не назовешь то, что из зуба воссоздалось.

А зверь хорош, ни в одном фильме настолько эстетичных драконов Сергей не видел. Голова — просто замечательная, да и в остальном не к чему придраться. Скелет достроен, уже оброс мясом и седой шкурой, компьютер моделирует манеру двигаться — дракон изящно изгибает шею и туловище, грациозно помахивает хвостом, ловко перебирает мощными лапами, мощно распускает и компактно сворачивает огромные крылья. Раз зверь красивый, значит, моделирование прошло удачно — мнение многих палеонтологов. Логично, если верить, что красота как-то связана с целесообразностью.

Сам по себе дракон небольшой, с козу, но — несомненный дракон. Интересно, они огнем дышали?

И все же откуда могло взяться позвоночное с шестью конечностями? Развилось отдельным путем из рыб или даже более примитивных хордовых? Тогда находка Ляшко была бы не первой.

Вообще-то появляются иногда в природе похожие мутанты, даже среди людей попадаются шестипалые. Может быть, когда-то давно в какой-то местности подобных уродов рождалось много, они пережили между собой, уродство стало нормой. Лишней паре конечностей нашлось применение — скажем, балансировать на бегу, со временем они сплющились, превратились во что-то вроде ракетных стабилизаторов. А там и в крылья, а там и до полетов недолго, каких-то пару миллионов лет эволюции.

— Драконий зуб, — сказал Сергей вслух, пробуя слова на вкус.

Трудно придется Ляшко. Даже если целый скелет дракона где-то откопает, все равно другие палеонтологи будут делать вид, что не верят. Из одной только зависти. Начнут выискивать ошибки в «Палеорекопекторе», не дай бог найдут — уйма более ранних исследований окажутся под сомнениями. И Сергей тоже пострадает, раз работает с неправильной программой.

Но если все подтвердится, если Ляшко докажет, что когда-то жили на Земле драконы... это будет революция. В палеонтологии.

Зазвонил внутренний телефон, Сергей рассеяно поднял трубку:

— Алло.

— Здравствуйте, это Ляшко беспокоит. Никита Демьянович должен был передать вам коготь миацида... Он передал?

— Да... Как — коготь?!

# Сердце питона

Кандидат  
биологических наук  
Н.Л.Резник



**К**огда сердце по каким-то причинам перекачивает кровь при большем давлении или в большем объеме, чем обычно, у человека развивается кардиальная гипертрофия — утолщение сердечной мышцы (миокарда). Исследуя это состояние, физиологи запускают испытуемого на беговую дорожку или сажают на велотренажер и снимают нужные показания. И когда человек устает, исследователи мечтают о том, как было бы удобно не зависеть от его физических возможностей. Их мечта, по-видимому, скоро осуществится, потому что ученые нашли лабораторное животное, не знающее усталости. Это питон.

## Новый любимец физиологов

Начинается эта история не с человеческого сердца и даже не с питона, а с пищеварительной системы американской змеи рогатого гремучника (*Crotalus cerastes*). Гремушник ест редко, иногда раз в несколько недель. Пищеварение этой змеи исследовали сотрудники лаборатории эволюционной и интегративной физиологии Алабамского университета под руководством Стивена Секора и обнаружили, что после трапезы у гремушника сильно увеличиваются размер кишечника и активность пищеварительных ферментов, а скорость обмена веществ возрастает в восемь раз. Когда добыча переварена, физиологические показатели змеи быстро возвращаются к исходному уровню. Этот феномен заинтересовал исследователей, но, увы, рогатого гремушника трудно содержать в неволе. К тому же эта змея агрессивна и ядовита. Ученые решили поискать среди редко питающихся змей более адекватный объект исследования и обнаружили, что лучше всего на эту роль подходит тигровый питон *Python molurus*.

Тигровый, он же бирманский, питон — обитатель Юго-Восточной Азии. Это с него написан Каа из «Книги джунглей» Редьярда Киплинга. *P. molurus* — одна из крупнейших змей планеты, его длина достигает семи метров (у гремушника

— не более 60 см). Рассердившись, змея кусается, зубы у нее хоть и не ядовитые, но очень длинные и острые, а громадная пасть распахивается на 180 градусов. И при всех этих достоинствах тигровый питон — рептилия, рекомендованная для домашнего содержания начинающим террариумистам. Нрава он спокойного, относительно неприхотлив, места требует немного, ест редко. Молодых питонов кормят раз в 7—10 дней, взрослых раз в 10—20 дней подходящими по размеру животными: мышами, крысами, морскими свинками, кроликами, птицами. Так что держать питона гораздо проще и дешевле, чем млекопитающее сходных размеров. Именно с тигровыми питонами работают фотографы и «факиры» в цирке. И в домашний террариум их покупают охотно, маленькие питоны очаровательны. Однако за год милая крошка вырастает до 2—2,5 м, вместо мышки перекусывает кроликом, и многие владельцы начинают понимать, что питон в доме вовсе не подарок. С обременительной змеей могут поступить так же, как нередко обходятся с другими надоевшими домашними питомцами, — выкинуть на улицу.

В южных штатах США вольные питоны стали настоящим бедствием. Какой-то умник додумался выпустить своих змей в окрестностях национального парка Эверглейд во Флориде. Тигровые питоны отлично там прижились, размножились и теперь уничтожают уникальную фауну парка. Едят всё, что в состоянии проглотить. Теоретически трехметровая змея может убить ребенка, но о таких случаях пока не сообщали. Несколько лет назад весь мир обошла фотография питона, который сожрал двухметрового аллигатора. Аллигатор погиб, змея тоже — ноги жертвы разорвали ей брюхо.

В 2000 году в Эверглейде поймали всего двух змей, но затем их стало столько, что в парке пришлось организовать специальную службу, улов которой в 2008—2010 годах составлял более 300 питонов ежегодно. Пойманных змей

*Так выглядит питон, проглотивший крысу в половину своего веса*

возвзят в научный центр, усыпляют и используют для исследовательских целей, а некоторых снабжают радиопередатчиком и отпускают. Питоны ползут к своим, и охотники с их помощью обнаружили за месяц еще 12 рептилий.

Газеты обсуждают, как далеко на север могут продвинуться тигровые питоны. Общественные организации призывают людей беречь природу и усыплять змей, если их содержание больше не доставляет радости. Однако разводить питонов никто не запрещает, и американские зоомагазины по-прежнему ломаются от маленьких *P. molurus* по двадцать долларов за штуку. Между прочим, в США запрещено держать дома гигантских сухопутных улиток ахатин, которые, оказавшись на воле, лихо объедают палисадники и штукатурку на домах мирных граждан. Очевидно, улитки представляют для Соединенных Штатов большую опасность, чем питоны.

## Его питание

Питоны едят редко, но с исключительным аппетитом. За один присест они могут заглотить и переварить жертву, равную себе по массе, — например, взрослый питон толщиной с телефонный столб управится с небольшим оленем.

Доктор Секор с коллегами изучают физиологию *P. molurus* с 1993 года и за это время выяснили многие подробности его питательного процесса. Он экстремален. Когда питон постится, его пищеварительная система спит: желудок не вырабатывает кислоту, желчный пузырь и поджелудочная железа полностью прекратили секреторную активность, синтез пищеварительных ферментов подавлен, кишечный эпителий атрофирован и длина его микроворсинок не превышает полумикрометра. Активность других органов

тоже крайне низка. Но вот удача улыбнулась, добыча зазевалась. Абсолютно пассивный желудок за считанные часы переходит к интенсивной работе и начинает продуцировать соляную кислоту, pH в желудке падает с 7,5 до 2—1,5 единиц. И морфологически, и функционально изменяется тонкий кишечник. В течение 24 часов после трапезы его масса возрастает вдвое, длина микроворсинок — в 5 раз, объем клеток кишечного эпителия — на 50%. В результате способность кишечника всасывать питательные вещества увеличивается в 10—20 раз, а скорость метаболизма — в 44 раза.

Столь бурное пищеварение невозможно без поддержки сердечно-сосудистой системы. Рост кишечных ворсинок, увеличение размеров кишечника и его интенсивная работа, повышенная активность пищеварительных желез и интенсивный метаболизм на протяжении нескольких дней, а не часов — всё это энергозатратные процессы, на них уходит 37% энергии, полученной с пищей. Энергию клетки получают из триглицеридов — эфиров глицерина и высших жирных кислот, которые присутствуют в жировых тканях и поступают в организм с едой. По данным группы Секора, концентрация триглицеридов в плазме крови поевшего питона может возрасти более чем в 150 раз и превышает 1500 мг/100 мл (если змея проглотит добычу, равную себе по весу). Эти соединения нужно разносить по организму, так же как и кислород, потребление которого после еды увеличивается в 10—40 раз. Для удовлетворения непомерных метаболических нужд питона кровь приходится гонять с повышенной скоростью, и сердце змеи за сутки увеличивается примерно на 40%.

Увеличение сердца и кишечника *P. molurus* вызвано гипертрофией — разрастанием клеток, а не их делением. И когда рассосутся в желудке питона последние косточки жертвы, все увеличенные клетки и разросшиеся органы рептилии снова сжимаются, пищеварительные функции угасают столь же быстро, сколь активизировались, и питон может голодать несколько месяцев, даже год, не худея и не болея.

Почему происходят такие изменения — понятно. Во время долгих перерывов между трапезами *P. molurus* экономит энергию. Стандартная скорость метаболизма у тигрового питона, так же как и у других видов змей, которые редко едят, ниже, чем у регулярно питающихся рептилий. Зато поев, питоны вынуждены переводить организм в рабочий режим. Но ученых поражают не сами изменения, а их беспрецедентные размах и темпы. Исследователи ищут факторы, влияющие

на скорость метаболизма и размер органов, в надежде использовать их на благо человека. Неудивительно, что интерес к питону как модельному объекту в последнее десятилетие сильно вырос и распространился на лаборатории Калифорнии, Колорадо, Канады, Франции и Германии. Одно из исследований в этой области провели специалисты Национального института питания Дании. Больше всего физиологов занимает быстрое увеличение питоньего сердца в связи с кардиальной гипертрофией человека. Никакое традиционное лабораторное млекопитающее — мышь, крыса или кролик — не может помочь в этих изысканиях.

## Проблемы кардиальной гипертрофии

У людей кардиальная гипертрофия встречается в двух принципиально разных случаях. У спортсменов сердце увеличено в результате регулярных тренировок, это физиологическая гипертрофия. Она также имеет место при беременности и в растущем организме ребенка. А в ответ на инфаркт миокарда или хроническую гипертензию развивается патологическая гипертрофия, которая сопровождается гибелью кардиомиоцитов и фиброзом, то есть заменой мышечной ткани на соединительную. В этом случае сердце работает с повышенной нагрузкой, чтобы компенсировать потерю части мышечных клеток или справиться с высоким давлением крови. Патологическая и физиологическая гипертрофия возникают под действием разных факторов, стимулирующих работу разных генов.

Есть еще генетически обусловленная гипертрофическая кардиомиопатия — разрастание миокарда стенок левого (реже — правого) желудочка при нормальном или уменьшенном его объеме. Около половины всех больных гипертрофической кардиомиопатией умирают внезапно; смерть наступает из-за того, что при усиленном сокращении толстостенного левого желудочка его просвет просто исчезает и перекрывает кровоток. Пациентам с такими нарушениями можно было бы помочь, увеличив размеры их сердца. Один из путей — тренировка, вызывающая физиологическую гипертрофию, но не все пациенты в состоянии заниматься физкультурой из-за проблем со здоровьем. Им бы очень пригодились лекарства, которые стимулируют рост кардиомиоцитов. Дело за немногим — найти такие лекарства.

И тут питон как модель для изучения кардиальной гипертрофии просто незаменим. Клетки его сердечной мышцы вырастают всего за сутки, и масса



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

сердца увеличивается на 40%, причем змея при этом не устает. Если нагружать сердце подопытного животного физическими упражнениями, исследователей ограничивает усталость его скелетных мышц, которые утомляются быстрее, чем миокард. Питона же, чтобы вызвать нужную экспериментатору физиологическую реакцию, достаточно хорошо покормить, и он будет без усталости поддерживать высокий уровень нагрузки на сердце в течение нескольких дней, что существенно превышает срок обычной тренировки. При этом пищевую нагрузку, как и физическую, можно дозировать. Исследователи накопили достаточно данных о том, как меняются различные физиологические и метаболические показатели питона в зависимости от относительной массы проглоченного куска. Что касается сердечно-сосудистой системы, то ее мощность возрастает, пока вес добычи не достигает 35% от массы тела питона, после чего выходит на плато. Метаболизм сердца при этом ускоряется, а приток крови к кишечнику и печени увеличивается в 11 и 16 раз, что довольно много даже с учетом роста кишечника.

Кстати, переваривать, оказывается, тяжелее, чем интенсивно двигаться. По данным алабамских исследователей, после плотной еды мощность сердца питона возрастает в четыре-пять раз, а во время физических нагрузок — максимум в три-четыре раза.

## Кровь питона расширяет сердца

Для дальнейших исследований Стивен Секор объединил усилия с Лесли Лейнванд, профессором Колорадского университета, которая специализируется на развитии и функционировании клеток скелетной мускулатуры и кардиомиоцитов. (На своих сайтах оба исследователя сфотографированы с питонами.) Результатом их работы стала статья в журнале «Science» (2011, т. 334, 528—531; DOI: 10.1126/science.1210558), в которой ученые впервые описали некоторые молекулярные и клеточные механизмы кардиальной гипертрофии питона.



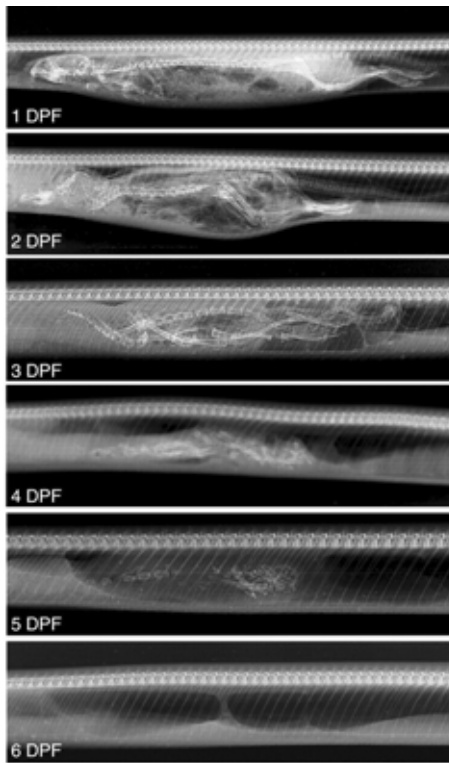


Нет необходимости выращивать лабораторных змей до трехметровой длины. Экспериментаторы работали с молодыми рептилиями весом всего 400—1000 г и кормили их крысами, масса которых составляла 20–25% от массы тела змеи. После еды сердце питончика увеличивалось, достигая максимальных размеров на третий день. Прежде всего исследователи убедились, что кардиомиоциты при этом не делятся, а растут: при изучении препаратов сердца спустя три дня после еды они наблюдали сокращение количества клеточных ядер в поле зрения микроскопа по сравнению с исходной картиной — косвенное доказательство клеточной гипертрофии в отсутствие деления клеток.

Кардиомиоциты усиленно синтезируют белки, причем набор их необычен: некоторые из них характерны для патологической гипертрофии млекопитающих (скелетный альфа-актин, тяжелая цепь бета-миозина), другие же нет. Сам питон на сердце явно не жалуется.

В первый же день после заглатывания добычи содержание триглицеридов в плазме питона подскочило в 52 раза, а свободных жирных кислот — втрое. Случись такое с млекопитающим, жир стал бы откладываться у него в тканях, для этого не предназначенных, в том числе в сердце, но с питоном ничего подобного не происходит. Триглицериды, поступающие в кардиомиоциты, усиленно окисляются в митохондриях, а клетки от окислительного стресса защищает кардиопротекторный фермент супероксиддисмутаза, активность которого в пищеварительный период возрастает.

Ученые предположили, что на размер миоцитов влияют некие факторы, циркулирующие в крови поевшего питона. Чтобы проверить эту гипотезу, они добавляли плазму, взятую в разные сроки после кормления, к культуре миоцитов желудочка новорожденных крыс. Оказалось, что в присутствии плазмы размеры клеток увеличиваются. Наибольшего эффекта исследователи добились, добавляя к клеткам «трехдневную» плазму. Но именно на третий день переваривания максимального размера достигает и сердце питона.



*На шестой день от проглоченной крысы и косточек не осталось. Обратите внимание, как раздулся питон на вторые сутки, — это результат гипертрофии внутренних органов*

Следовательно, концентрация гипертрофирующих факторов в плазме изменяется в процессе переваривания. В растущих клетках крысиного желудочка не обнаружили белков, характерных для патологической гипертрофии, более того, плазма питона существенно подавляет в крысиных клетках активность транскрипционного фактора NFAT, который служит классическим индикатором патологической гипертрофии.

На следующем этапе исследователи установили природу гипертрофирующих факторов. Прогревание плазмы разрушает присутствующие в ней нуклеиновые кислоты, а обработка ферментом протеиназой расщепляет белки. Но после прогревания и ферментативной обработки плазма питона по-прежнему вызывала гипертрофию крысиных клеток, и ученые заключили, что за это свойство отвечают липидные компоненты.

Плазму сытой змеи проанализировали методом газовой хроматографии, которая позволяет идентифицировать сложные композиции циркулирующих жирных кислот. Исследователи пришли к выводу, что за увеличение размеров сердца отвечает смесь трех жирных кислот: миристиновой, пальмитиновой и пальмитолеиновой. Эта смесь вызывала и гипертрофию крысиных клеток в культуре.

Принято считать, что пальмитиновая кислота в кардиомиоцитах стимулирует

ет апоптоз — организованную гибель клеток, но исследователи не заметили в культуре крысиных клеток, в которую добавляли питонью плазму или комплекс жирных кислот, никаких признаков апоптоза. Они предположили, что клетки защищает от гибели пальмитолеиновая кислота, хотя механизм ее антиапоптотического действия пока неизвестен. Но пожалуй, самая странная в этом комплексе — миристиновая кислота, которую получают из растительных жиров. Основным ее источником — мускатный орех *Myristica moschata*, в небольших количествах миристиновую кислоту выделяют из масла кокоса и яванского миндаля *Canarium commune*.

Если смесь этих жирных кислот ввести голодному питону, его сердце увеличится примерно в 1,4 раза, как у сытого. Эту же смесь в течение семи дней вводили мышам, и у них примерно на 20% выросла масса левого желудочка благодаря увеличению поперечной площади кардиомиоцитов в 1,4 раза. Изменения хоть и небольшие, но достоверные. При этом в сердце не наблюдали никаких патологических изменений: ни фиброза, ни отложения жиров. Скелетная мускулатура и печень животных также не изменились.

В качестве контроля и змеям, и мышам вводили смесь олеиновой, линолеиновой и арахидоновой кислот в молярных соотношениях, соответствующих первому дню кормежки питона, но признаков гипертрофии не обнаружили. Следовательно, за нее отвечают именно три определенных жирные кислоты, и никакие другие.

Итак, комбинация трех жирных кислот, вызывающая беспрецедентную гипертрофию сердца питона, вызывает и физиологическую гипертрофию кардиомиоцитов млекопитающих. Никаких вредных побочных действий ученые пока не обнаружили, но работы еще в самом начале. Специалисты надеются, что если эти кислоты изменяют экспрессию сердечных генов у млекопитающих, то они, возможно, смогут улучшить работу сердца больного человека. Этими работами уже заинтересовалась колорадская компания «Hiberna Corp.», с которой сотрудничает Лесли Лейнванд. Компания производит лекарства, влияющие на естественные пути регуляции метаболизма, и ее специалисты надеются, что три жирные кислоты питона для чего-нибудь пригодятся.

А еще ученые мечтают исследовать геном питона, о котором очень мало известно, в отличие от геномов других лабораторных животных, таких, как дрозофила, черви и мыши.



# Простые вычисления и большое открытие



И.И.Гольдфаин

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Недавно в уважаемом толстом журнале («Новый мир», 2011, № 5) появилась заметка, которую мы приведем почти полностью: «Ученые, члены Британского королевского научного общества, заявили, что нам необходимо готовиться к встрече с инопланетными цивилизациями. Бравые академики, ничуть не смущаясь, предлагают создать в структурах ООН специальное агентство, которое будет заниматься вопросами подготовки к ожидаемой встрече с инопланетянами. Отчаявшиеся ученые ищут деньги всеми способами, в том числе и посредством поиска внеземных цивилизаций. И выдвигаемый ими проект хотя и абсурден в чисто научном отношении, но не такой уж бессмысленный с точки зрения представителей фундаментальной науки. Конечно, инопланетные цивилизации найти не удастся, зато астрономы и астрофизики откроют новые звезды, химики и физики откроют новые элементы периодической системы, создадут новые теории, которые, чем черт не шутит, смогут найти и чисто практическое применение.

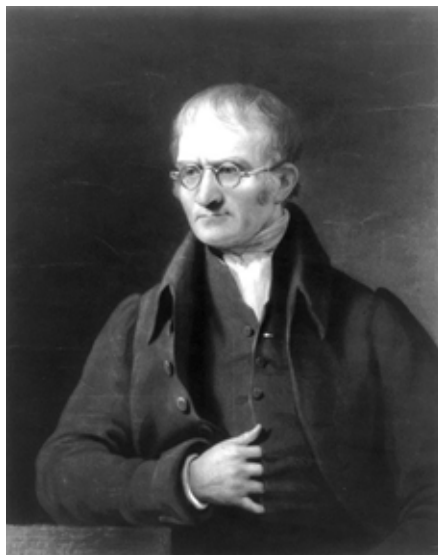
Успех проекта с внеземными цивилизациями будет зависеть от того, удастся ли ученым заинтересовать своим проектом международных бюрократов. Если они сочтут его удобным средством для распила бюджетов, выделяемых национальными правительствами на научные исследования, проекту суждена долгая жизнь. И настоящим ученым от него тоже что-то перепадет».

Автор этой заметки проявил вызывающую уважение веру и в науку, и в ученых. Неограниченная вера в науку проявляется в надежде на открытие новых химических элементов. Вера же в ученых заключается в убеждении, что если ученые найдут источник финансирования, то они обязательно откроют что-нибудь ценное с точки зрения теории, а может быть, и практики.

Действительно, много раз случалось, что ученый, работая над какой-то темой, неожиданно получал результат, лишь косвенно относящийся к ней. Колумб искал путь в Индию, а открыл Америку. Можно вспомнить и про двух американцев, которые в 30-х годах XX века пытались создать новый тип воздушного винта для самолетов, а сделали приращение, которое стали применять в Голливуде для имитации мычания ко-

ровы. Подобные случаи используют для обоснования мнения, что при работе над большим проектом научные результаты могут появиться непредсказуемым образом. Возможно, так рассуждают те, кто собирается вложить в Сколково много денег, собрать там ученых и — ждать больших открытий. В связи с этим полезно вспомнить, как был открыт закон кратных соотношений, тем более что эта история интересна и сама по себе.

Закон кратных соотношений открыл в начале XIX века английский химик Джон Дальтон. Говоря упрощенно, он вычислял количество кислорода в оксидах углерода CO и CO<sub>2</sub> и обнаружил, что при одном и том



Джон Дальтон (1766–1844)

же количестве углерода массы кислорода, содержащегося в этих веществах, относятся как 1:2. Точно так же, исследуя оксиды азота, он обнаружил, что при одном и том же количестве N массы кислорода в N<sub>2</sub>O и NO относятся как 1:2, в N<sub>2</sub>O и NO<sub>2</sub> как 1:4 и в NO и NO<sub>2</sub> как 1:2. Соотношения выражались целыми числами, и он увидел в этих опытах доказательство существования атомов. «Учение об определенных соотношениях кажется мне таинственным, если мы не признаем атомной гипотезы», — писал он (Ю.И.Соловьев. История химии. М., 1983; эта книга используется как источник фактических данных и далее).

На первый взгляд утверждение слишком смелое. Вопрос о существовании атомов в то время был одним из главных

вопросов даже не химии, а науки в целом. И вдруг на основании небольшого числа измерений некто полагает, что проблема решена. Но химик действительно столкнулся с необычным — в химических измерениях появились целые числа. Это явление нуждалось в объяснении, и Дальтон его дал, исходя из атомной гипотезы: если атом по определению неделим, то в мельчайшую частицу (тогда еще не было четкого представления о молекулах) любого вещества может входить только целое число атомов, и как следствие — закон кратных соотношений.

Располагая современными знаниями по химии, мы можем без труда понять, почему в вычислениях Дальтона должны были появиться целые числа. Например, отношение масс C и O в молекуле CO легко вычисляется с помощью атомных масс этих элементов и равно 12:16. Массы углерода и кислорода в CO<sub>2</sub> относятся как 12:32, а отношение этих дробей будет 1:2. Дальтону пришлось трудней, он лишь приблизительно знал атомные массы (тогда говорили «веса») C и O, и у него не было точных приборов. Поэтому, согласно его вычислениям, отношение масс C и O в CO было 44:56, а в CO<sub>2</sub> — 44:112,6. Но, поделив эти отношения, он получил почти точно 1:2.

Полного понимания того, как атомы складываются в молекулы, у Дальтона не было. Исследуя метан и этилен, он получил в качестве формул CH<sub>2</sub> и CH, а должно быть — CH<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>. Формулы составлены неправильно, но отношение числа атомов водорода к числу атомов углерода для молекулы метана все равно в два раза больше, чем для молекулы этилена.

Незадолго до Дальтона французский химик Жозеф Луи Пруст исследовал оксиды меди, олова и свинца. Он определил, что в Cu<sub>2</sub>O содержится 86,2% Cu и 13,8% O, а в CuO — 80% Cu и 20% O; в SnO — 87% Sn и 13% O, а в SnO<sub>2</sub> — 78,4% Sn и 21,6% O. Проведем для меди те же вычисления, что и Дальтон, и получим: (13,8/86,2)/(20/80) = 0,64 и (13/87)/(21,6/78,4) = 0,54. Здесь 0,64 мало отличается 2:3, а 0,54 близко к 1:2. У трех оксидов свинца Пруст получил содержание кислорода 7,1, 9,3 и 13,3%. Проведем те же вычисления, получаем (7,1/92,9)/(9,3/90,7) = 0,745 и



Жозеф Луи Пруст (1754—1826)

$(7,1/92,9)/(13,3/86,7) = 0,498$ . Остается только удивляться, насколько эти числа близки к предсказанным теорией 3:4 и 1:2. (Числа 92,9, 90,7 и 86,7 получены так: если в соединении двух элементов процентное содержание одного 7,1%, то другого — 100–7,1% и т. д.) По современным понятиям измерения Пруста недостаточно точны: содержание O в PbO не 7,1, а 7,7%, в Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> не 9,3, а 10,3%, в PbO<sub>2</sub> не 13,3, а 15,4%. Но при вычислении пропорций ошибки компенсировались, поскольку заниженное содержание кислорода получилось во всех случаях — оно определялось одним способом.

Как мы видим, исследования Пруста весьма схожи с исследованиями Дальтона. Иногда высказывают сожаление, что не он открыл закон кратных соотношений. На это есть много причин, и одна любопытна: по числам 7,1, 9,3 и 13,3 трудно заметить какую-то закономерность. Возможно, если бы он записал результаты своих измерений не в процентах, а в той форме, которую использовал Дальтон, то он бы тоже увидел соотношения 3:4 и 1:2. Действительно,  $7,1/92,9 = 0,076$ , а  $13,3/86,7 = 0,153$ . То, что 0,153 примерно в два раза больше, чем 0,076, увидеть нетрудно. Заметив это, было бы естественно обратить внимание и на отношение  $9,3/90,7 = 0,102$ , и на то, что  $0,076:0,102$  мало отличается от 3:4. Возможно, что решение задачи зависело от удачного выбора формы, в которой записаны данные.

Можно ли утверждать, будто Дальтону повезло в том, что данные его наблюдений оказались записанными в виде отношений, а не в виде процентов? Или же, приступая к работе, он подозревал, что соответствующие отношения имеют принципиальное значение для гипотезы об атомах?

До открытия закона кратных соотношений он исследовал атмосферу, желая понять, почему смесь разных газов может представлять «массу, явно однородную». Дальтон наивно предположил, что атомы разных газов имеют разный размер, понял, что их измерить невозможно, и, исходя из того, что размер атома может быть связан с его весом, поставил задачу: найти вес атомов.



Клод Луи Бертолле (1748—1822)

Казалось бы, хрен редьки не слаще — как взвесить невидимую глазом частицу, в существовании которой не все тогда были уверены? Но Дальтон понял, что ему нужны не абсолютные, а относительные веса атомов. Он не мог взвесить, например, атомы кислорода и углерода, он стал вычислять отношение их весов. Кстати, введение понятия «относительный атомный вес» — тоже его заслуга.

Далее он решил найти химический состав веществ, которые являются соединениями одинаковых элементов, но в разных пропорциях — таких, как CO и CO<sub>2</sub>. И здесь он, полагая, что атомы разных элементов имеют различную массу, сделал гениальное предположение: количественное соотношение элементов в мельчайших частицах таких соединений можно определить, вычисляя весовые отношения между элементами. А для решения этой задачи ему нужно было вычислить пропорции — и он увидел таинственные, как он выразился, целые числа. Как мы видим, ученый работал над определением химического состава некоторых соединений. А получил впечатляющее подтверждение атомной гипотезы.

Случай ли помешал Жозефу Луи Прусту сделать великое открытие? Ведь он проделал схожую работу. Мог ли он тоже записать свои результаты в виде пропорций и увидеть целые числа? На этот вопрос вряд ли можно ответить, но уместно вспомнить, что он тоже сделал великое открытие — установил закон постоянства состава. В то время еще не было четкого понимания, чем химические соединения отличаются от смесей. И если Пруст в 1794 году показал, что существует два оксида железа с содержанием кислорода 27 и 48% и нет промежуточных вариантов, то это имело большое значение. Позднее ученый проделал аналогичные измерения для оксидов других металлов. Но уже на первых этапах работы он полагал, что «совершенно неизменные пропорции характеризуют собой истинные соединения, как природные, так и искусственные». Для нас это очевидное следствие из утверждения, что «мельчайшие частицы» каждого вещества состоят из определенного числа атомов разных элементов, но



Йёнс Якоб Берцелиус (1779—1848)

в то время вопрос оставался открытым. Например, известный химик, член Парижской академии наук Клод Луи Бертолле, в книге, изданной в 1803 году, то есть после публикации работ Пруста, утверждал, что для химических соединений элементов имеется максимум и минимум, внутри которых возможны соединения в разных пропорциях.

Таким образом, не следует считать, будто в силу случайных обстоятельств Дальтон заметил, что некоторые пропорции выражаются целыми числами, а Пруст — нет. Исследования обоих относились к переднему краю тогдашней науки, оба получили выдающиеся результаты. А то, что один из них вычислял состав соединений в процентах, а другой с помощью пропорций, определялось спецификой задач, которые они решали. Повезло тому, кто считал пропорции, — но это такое везение, которое не назовешь случайным. Однако нельзя исключить, что в силу каких-то причин Пруст тоже мог бы записать свои результаты в виде пропорций. И тогда он смог бы заметить целые числа.

Не все ученые сочли труды Дальтона достаточными для доказательства существования атома. И здесь велика заслуга шведского химика Йёнса Якоба Берцелиуса. Оценив значение трудов Дальтона и в то же время понимая, как опасно делать далеко идущие выводы после ограниченного числа опытов, он провел большую экспериментальную работу по уточнению атомных весов, вычислил их для 45 элементов и рассчитал состав 2000 соединений. Открытие Дальтона получило впечатляющее экспериментальное обоснование. Обратим внимание на своеобразное разделение труда между учеными. Один обнаружил необычное явление и сделал выводы. Другой оценил значение этого открытия и довел его до логического конца — более точно провел измерения и, главное, произвел большое число опытов, в которых это явление должно было себя проявить.

И если проводить аналогию, то можно сказать, что если в Сколкове будут собраны выдающиеся ученые и если перед ними будет поставлена достой-





Жозеф Луи Гей-Люссак (1778–1850)

ная их задача, то нельзя исключить, что следствием будут самые неожиданные открытия. Однако чтобы избежать завышенных ожиданий, было бы полезно более внимательно изучить историю развития Дальтоном и Берцелиусом учения об атомах. Так, наверное, следует учесть заслугу Пруста, экспериментально доказавшего существование тех весовых пропорций, которые вычислял Дальтон. Было бы поучительно также вспомнить, что Берцелиус без особого энтузиазма отнесся к атомной гипотезе Дальтона и лишь со временем стал ее сторонником (Ю.Н.Соловьев, В.И.Куренной. Якоб Берцелиус. М., 1980). А работы Берцелиуса, как и некоторых других ученых, относились не к атомной гипотезе, а к закону кратных соотношений — по его мнению, этот закон был чрезвычайно интересен и сам по себе. При этом приходилось преодолевать разного рода сопутствующие трудности. Так, сначала Дальтон и другие исследователи изучали соединения вида  $N_2O$  и  $NO_2$  и считали, что в кратных соотношениях должна обязательно присутствовать 1. Поэтому Берцелиус был весьма смущен, столкнувшись с  $N_2O_5$ . Но в главном он рассуждал примерно так же, как Дальтон, — если в рутинных вычислениях постоянно появляются целые числа, то следует искать причину столь необычного явления. В своей статье, вышедшей в 1813 году, он писал: «Тот факт, что тела соединяются в определенных пропорциях... дополненные наблюдениями, что соединяющиеся количества тел всегда кратны целым числам 1, 2, 3, 4 и т. д., приводит нас к выводу о существовании некой причины, вследствие которой все другие комбинации тел становятся невозможными. Что же это за причина? Очевидно, что ответ на этот вопрос должен составлять основу химической теории».

По мнению Берцелиуса, экспериментального материала, накопленного к тому времени, было слишком мало, чтобы делать заключения, но достаточно, чтобы увидеть направление дальнейшей работы. Однако с накоплением экспериментального материала отношение Берцелиуса к атомной гипотезе посте-

пенно менялось. Кроме того, он не мог не обратить внимание и на открытый Жозефом Луи Гей-Люссаком схожий закон для газов, согласно которому объемы вступающих в реакцию газов, а также объемы конечных газообразных продуктов относятся между собой как небольшие целые числа. Опять целые числа! Но пока не было понято, что мельчайшая частица газа кислорода не тождественна атому, а состоит из двух атомов, результат Гей-Люссака казался многим ученым, в том числе и Берцелиусу, противоречащим атомной гипотезе Дальтона. Еще более скептически отнесся к открытию Гей-Люссака сам Дальтон. Но так или иначе, целые числа в рутинных химических измерениях, обнаруженные французским химиком, не могли не привлечь внимания ученых.

Полезно познакомиться с эволюцией взглядов великого ученого тем, кто не понимает, что наука развивается по своим законам и роль случая при этом весьма велика. Поэтому пример Пруста тоже поучителен. Успешно работая над своей темой, он был вблизи другого великого открытия. Но закон кратных соотношений был открыт не им. Хотя, казалось бы, не хватало лишь «пустяка» — другой формы записи результатов. Такие вещи нельзя предвидеть заранее и поэтому невозможно планировать открытия. Иногда все-таки удается определить направление перспективных исследований, однако, чтобы суметь увидеть такое направление, надо быть большим ученым.

Поучительно также сравнить разницу в подходе к науке Дальтона и Берцелиуса. Они оба поняли, что необычное явление — целые числа в рутинных химических измерениях — должно получить разъяснение. Но один из них после относительно небольшого числа опытов решил, что их достаточно для доказательства существования атомов. Выводы второго были много осторожнее. Зато когда Берцелиус стал на позиции атомистики, накопленного экспериментального материала было уже достаточно, чтобы его и Дальтона мнение стало убедительным не для небольшой группы сторонников, а для многих ученых.

Подведем итог. Джон Дальтон сделал наивное предположение: атомы разных газов имеют разный размер. И поста-

вил перед собой задачу: эти размеры измерить. Дальнейшее мы знаем. Для сравнения представим себе, что Дальтон, намереваясь найти размеры атомов, стал бы искать источник финансирования для этой работы. Такая постановка задачи явно отвлекла бы его от научной стороны вопроса и только замедлила бы работу. Вообще же анализ создания и экспериментального обоснования атомной теории показывает, что щедрый источник финансирования сколько-нибудь заметно ускорил бы дело лишь на том этапе, когда этой работой заинтересовался Берцелиус — иными словами, когда наступил этап экспериментальной проверки и надо было проделать значительное число примерно одинаковых экспериментов.

Существенно и другое обстоятельство. Дальтон трижды менял постановку задачи. Сначала он вместо нахождения геометрического размера атома стал искать его вес. Затем он вместо веса как такового стал искать относительный вес. Потом вместо микроскопического взвешивания атомов он стал взвешивать макроскопические количества разных веществ. Обоснование такой замены микроскопической задачи на макроскопическую дает закон сохранения вещества, который, кстати, был принят научным сообществом незадолго до этого благодаря трудам Лавуазье. Наверное, без знакомства с этими трудами Дальтон мог бы чувствовать себя неуверенно, сознавая отсутствие строгого обоснования такой подмены задачи. Так что, возможно, есть смысл подождать с финансированием поиска внеземных цивилизаций, пока общее развитие науки не упростит этот поиск.

Вернемся к тому, с чего начали: к мнению, что тот, кто сумеет получить от чиновника деньги на какой бы то ни было научный проект, тем самым действует на благо науки. Такое утверждение верно лишь при некоторых неявных предположениях о свойствах источника финансирования. А если допустить, что чиновники могут выделить на науку лишь ограниченную сумму денег, то финансирование какого-либо проекта означает отказ от финансирования другого проекта. И вопрос о том, что с точки зрения науки лучше, уже не кажется таким простым.





# Волчи дети

Е. Клеценко

Один потомок волка целиком заполняет собой лифт, едва оставляя место для хозяина, и на слова «хорошая собака» доверчиво поворачивает большую, как у теленка, голову. Другой потомок волка, в розовом комбинезоне и четырех тапочках, слишком чистых, чтобы ступать ими по грешной земле, сидит у хозяйки на ручках. Третий шустро бежит под диваном, тренируясь перед рейдом в лисью нору или сточную трубу... «Пекинес весит всего пару фунтов, сенбернар — до 180 фунтов. Обе эти собаки принадлежат к одному роду и виду, *Canis familiaris*. Как породы собак могут быть такими разными?» — задает вопрос Элайна Острендер, руководитель отделения генетики рака Национального института исследования человека в Национальном институте здоровья США.

Доктор Острендер уверена, что изучение генетики собак принесет науке огромную пользу. Нет другого животного, которое мы знали бы так хорошо, — история каждой породы, особенности экстерьера, темперамента, интеллекта, предрасположенность к болезням и все прочие сведения, которые биологам обычно приходится кропотливо собирать, для собак уже имеются. Добавим сюда огромное внутривидовое разнообразие и относительную близость к человеку, и перспективы откроются ошеломительные. Может быть, через десяток лет специалисты по геномике вслед за физиологами павловской школы поставят собаке памятник.

## Геном собаки

*Знаешь, я ведь тоже мог стать волком.  
Если б у меня были другие предки.*

Терри Пратчетт

Проект «Геном собаки» стартовал в начале 90-х. Ученых интересовала прежде всего генетическая предрасположенность к заболеваниям у собак, особенно чистокровных. Многие породы происходят от небольшого числа «прародителей», опытных заводчиков не удивляют брачные союзы дядей с

племянницами или дедушек с внучками. К чему это ведет, известно: к снижению генного разнообразия и высокой вероятности проявления болезни. Для собак и их хозяев это грустно, а для медицинской генетики — шанс на открытия. Многие генетические обусловленные болезни у нас с ними общие: рак, глухота, эпилепсия, диабет, катаракта, сердечные заболевания. Поймем, в чем беда с собаками, поможем и людям.

У собаки 38 пар соматических хромосом, или аутосом, а также половые хромосомы: XY — кобель, XX — сука. (У человека, напомним, 23 пары аутосом плюс те же половые хромосомы.) Размер генома — около 2,8 млрд. пар оснований (у человека 3 млрд.). В 2003 году были прочитаны примерно 80% генома собаки, причем не какой-нибудь безвестной Жучки, а пуделя по имени Шейдоу, принадлежащего самому Крейгу Вентеру. Известный американский ученый, со своей частной инициативой едва не обогнавший международный проект «Геном человека», и тут оказался первым. Статья сотрудников Института геномных исследований, который позднее стал частью Института Крейга Вентера, была опубликована в 2003 году (Kirkness, E. F. et al. «Science», 2003, т. 301, с. 1898—1903). Это был так называемый обзорный сиквенс — всего полтора прочтения (геномы обычно секвенируют в виде многих тысяч перекрывающихся сегментов и, чтобы убедиться, что ничего не пропустили, делают семь-восемь итераций).

Затем сотрудники одного из крупнейших центров геномного секвенирования, Бродовского института в Кембридже (Массачусетс), прочли геном боксера Таши — 7,6 раза, то есть уже с достаточной надежностью. Боксершу выбрали не за красоту: считается, что у этой породы вариации генома минимальны. Геном Таши по сей день остается референтной последовательностью, с ним сверяют геномы всех остальных собак. (Kerstin Lindblad-Toh et al, «Nature», 2005, т. 438, № 7069, с. 803—819).

Оба источника данных оказались весьма полезными. Первая читка пролила свет на общую организацию собачьего генома и позволила сделать предположения о числе генов. Одним из сюрпризов было открытие большого количества так называемых коротких рассыпанных ядерных элементов — short interspersed nuclear elements (SINE). Эти участки ДНК длиной менее 500 нуклеотидов возникли путем обратной транскрипции — синтеза ДНК на матрице РНК — и затем встроились в геном. Сами по себе они «бессмысленны», но



Шейдоу



Таша

могут влиять на функцию тех генов, в последовательность которых случайным образом вклинятся. Например, вставка SINE в ген, кодирующий рецептор ипокретина — гормона, найденного в гипоталамусе, вызывает нарколепсию у доберманов-пинчеров. А его инсерция в ген *SILV*, ответственный за пигментацию, создает у собаки крапчатый окрас.

Из генома Таши были почерпнуты данные о существовании 19 тысяч генов, причем примерно для 75% высока гомология с человеком и мышью. Это тоже очень хорошо для исследований — удобно искать кандидатные гены, которые могут оказаться ответственными, например, за то или иное заболевание. Как у человека, так и у мышей подобных генов известно много, логично проверить и собачьи гомологи.

Геномные данные позволили внести окончательную ясность в вопрос происхождения собак. Да, их предок — серый волк и только волк; замечательная книга Конрада Лоренца «Человек находит друга», где нобелевский лауреат называет предком собаки шакала, была написана задолго до наступления эры геномики. Примерно 7,4 млн. лет назад разошлись в разные стороны предок андской и бразильской лисицы и гривистого волка и предок шакалов, койотов и волков, а впоследствии собак. А внутри группы ближе серого волка у собаки никого нет — и койот, и шакал отличаются сильнее.

Собаки отделились от волков, как считается, всего около 40 000 лет назад. (Явные внешние отличия появились еще позднее.) Споры теперь могут идти только о том, что это были за волки. Одно время считалось, что собаки произошли от волков Восточной Азии (так получалось из исследования митохондриальной ДНК), но, согласно последним данным, основной вклад в генетическое разнообразие собак, какими мы их знаем, внесли волки Среднего Востока. Однако скрещивание собак с волками имело место и позже — например, так, как описано в романе Джека Лондона «Белый Клык». Близки эти два вида, и недаром более точным латинским именем собаки считается *Canis lupus familiaris* — «волк домашний».

Большинство пород собак, известных нам сегодня, не старше 200—300 лет, но есть и древние породы, например фараонова собака или борзые-салуки. Ученые ими особенно интересуются, хотя и не вполне ясно, прямые ли это потомки любимых собак фараона, или они имеют сходные внешние данные при другой генетике.

## Родословные клубные и молекулярно-генетические

*Сексуальная жизнь у собак значительно проще, чем у людей. Для собак секс — это радость, и, быть может, его, Господа, эта радость тоже когда-нибудь постигнет.*

Терри Пратчетт

Сколько всего существует пород собак — вопрос, на который трудно ответить однозначно. Американский клуб заводчиков (American Kennel Club, или АКС) различает более полутора



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

сотен пород, в документах Российской кинологической федерации их более двухсот, и все время регистрируются новые породы. Словом, несколько сот.

Когда нужно зарегистрировать принадлежность собаки к определенной породе, обращаются к ее родословной. Внешних данных тут недостаточно — оба родителя должны быть зарегистрированными представителями той же породы. Понятно, что такая традиция — прямой путь к близкородственному скрещиванию. Генетические исследования чистопородных собак показывают повышенную гомозиготность (то есть две копии гена в хромосомах, полученных от матери и от отца, у них гораздо чаще бывают идентичными, чем у дворняжек). Хорошо заметен также «эффект основателя» — характерные индивидуальные черты какого-нибудь победителя международного шоу, оставившего непропорционально большое количество потомков, и, как следствие, опять-таки сниженное разнообразие.

Заводчики очень заинтересованы в помощи генетиков. Едва ли они когда-нибудь согласятся принять данные генотипирования вместо собачьего паспорта и родословной, но получать сведения о щенячьих генах для своевременного выявления полезных и вредных признаков они не против. Поэтому заводчики и владельцы породистых собак охотно содействуют ученым (по крайней мере, в США).

В лаборатории Элайны Острендер решили уточнить понятие о породе собаки с помощью генетических методов. Может быть, и нет вовсе никаких пород, а есть аномальное морфологическое разнообразие в рамках вида? В конце концов, они же скрещиваются как хотят, и любой собачник вам скажет, что скабрзные анекдоты про такс и догов основаны на реальных событиях. (С другой стороны, некоторые заведомо разные виды семейства собачьих тоже скрещиваются.)

Чтобы разобраться в этом вопросе, использовали метод полногеномного скрининга (genome-wide association studies, или GWAS, по-русски иногда называемый «полногеномные исследования связей»). Изучают при этом генетические маркеры, то есть позиции в геноме, где имеется варибельность, наследуемая по Менделю. Две обычные разновидности маркеров — микросателлиты (изменения в числе копий повторяющегося элемента в определенном месте хромосомы) и однонуклеотидные полиморфизмы — single-nucleotide polymorphisms, или SNP, произносится как «снипы» (один нуклеотид в последовательности отличается у двух индивидов или в парных хромосомах одного индивида). Каждый отдельный маркер не уникален — большинство из них возникли много поколений назад и были переданы многочисленным потомкам. Уникальны сочетания маркеров. Если исследовать большое их количество, то можно с высокой достоверностью идентифицировать индивида (на этом основан, например, метод ДНК-финггерпринта, о котором мы не раз писали). Или группу индивидов, связанных отдаленным или близким родством, — популяцию или породу.

В собачьем геноме тысячи микросателлитных маркеров и миллионы SNP. Их анализируют с помощью ДНК-чипов и другими подобными методами. Исследовать маркеры проще





*Эрдель Макар, носитель делеции в гене **RSPO2**, а также бровей, усов и бороды*

и дешевле, чем «читать» гены и тем более геном полностью (последнее, если говорить о сотнях особей, нам пока вообще не по карману). А поскольку они рассеяны по всему геному и передаются от родителей к детям по известным законам, с их помощью удобно сравнивать геномы разных представителей вида. Примерно так, как писатель, в процессе работы над романом по рассеянности сохранивший файл несколько раз подряд под разными именами, пытается найти нужную редакцию текста. Он не перечитывает каждый раз весь текст, а проверяет, на месте ли исправления, которые он запомнил: та версия, где «она тронула его руку» заменено на «притронулась к его руке», и есть нужная.

Изучая маркерные «исправления», можно восстановить историю геномных «файлов», отличить ранние от поздних. Если замена А на Т в определенной точке генома встречается у 50% особей, вероятно, она древнее, чем такая же замена в другой точке, которая найдена только у 5%. Понятно также, что замены, расположенные близко друг от друга, чаще будут встречаться у одной и той же особи, чем удаленные. Заложив эти и другие элементарные истины в программу, мы получим инструмент, который рассортирует нам собачьи геномы на основании информации о состоянии маркеров в каждом из них.

Группа Элайны Острендер использовала данные о 96

#### Таблица

Три гена обеспечивают разнообразие собачьих шубок: *FGF5* — длинная шерсть, *RSPO2* — длинные брови и усы, *KRT71* — кудрявая шерсть. Плюс в таблице означает наличие варианта гена, не характерного для дикого предка: никто никогда не видел бородатого, кудрявого и длинношерстного волка

Фенотип	<i>FGF5</i>	<i>RSPO2</i>	<i>KRT71</i>
Короткая шерсть (бассет-хаунд)	-	-	-
Жесткая шерсть (австралийский терьер)	-	+	-
Жесткая кудрявая шерсть (эрдельтерьер)	-	+	+
Длинная шерсть (золотистый ретривер)	+	-	-
Длинная шерсть, усы и брови (бородатая колли)	+	+	-
Кудрявая шерсть (ирландский водный спаниель)	+	-	+
Кудрявая шерсть, усы и брови (бишон-фризе)	+	+	+

(Источник: «Science» 2009, т. 326, № 5949, с. 150–153.)

микросателлитных маркерах во всех 38 хромосомах у 414 собак, принадлежащих к 85 породам (Parker, H.G. et al, 2004, «Science», т. 304, № 5674, с. 1160—1164, doi:10.1126/science.1097406). Так называемый кластеризующий алгоритм мог распределить собак на заданное число кластеров (K) — от двух до 85, по числу пород. (Программы создавал Джонатан Притчард и его коллеги из Чикагского университета.)

Концепция породы на генетическом уровне подтвердилась полностью. «Глядя» только на ДНК-профили, программа почти безошибочно распределила подопытных на те же самые 85 групп, что и заводчики, писавшие им родословные. (Ошибки попадались в парах близкородственных пород, таких, как мастиф и бульмастиф.) Оказалось также, что вариабельность между породами не просто больше, чем внутри породы, а очень высока — 27,5% (для сравнения: отличия между человеческими популяциями не превышают 5,4%).

Следующий интересный вопрос — родственные связи между породами. (Руководила этой работой Хейди Паркер из лаборатории Острендер.) Основываясь на паттернах частот аллелей, унаследованных от общего предка, при K=2 программа разделила тех же собак на два кластера — от общей группы отделились породы азиатского происхождения, а также хаски, маламуты и персидская борзая салюки — словом, породы, известные как наиболее древние. При K=3 в большой группе обособились мастифы, бульмастифы, бульдоги и боксеры. Наконец, при K=4 пастушьи собаки отделились от охотничьих (прихватив с собой грейхаунда и борзую).

Результат работы программы представлен на рисунке (с. 48). Геном каждой породы показан в виде горизонтальной линии, разделенной на четыре или менее частей. Размер каждой части показывает, какая доля генома может быть отнесена к тому или иному кластеру. (Существование «переходных форм» неизбежно, по причине того самого свободного скрещивания.) Видно, что типичнейшие представители кластера 1 — чау-чау и японская сиба-ину, кластера 4 — бульдог, боксер и мастиф. А примкнувший к мастифам померанский шпиц, что и неудивительно, на типичного представителя не похож и с генетической точки зрения.

## Большие, маленькие, бородатые...

*С одной стороны волки, с другой — люди.  
И я между ними. Собачья жизнь.*

Терри Пратчетт

А можно ли с помощью маркеров что-нибудь узнать о генах? Можно. Например, сравнить SNP или микросателлитные вариации у собак, страдающих каким-либо заболеванием, и здоровых (но по возможности похожих на страдальцев по всем остальным параметрам), найти максимумы отличий и посмотреть, не кодируются ли в этих областях генома какие-нибудь любопытные белки. Именно таким образом группа Элайны Острендер (вы не забыли, что их основная работа — медицинская генетика?) картировала в собачьих геномах локусы, где могут быть гены онкологических заболеваний, болезни Аддисона, остеoarтрита. Но о грустном поговорим в другой раз, а сейчас вернемся к вопросу, поставленному в начале статьи: в чем секрет уникального морфологического разнообразия собак? То есть понятно, что движущая сила — искусственный отбор, обслуживающий потребности либо прихоти человека, но как это могло реализоваться на генетическом уровне, да еще за столь короткий срок?

Первое подобное исследование провели в университете Юты под руководством Гордона Ларка и Кевина Чейза. В исследовании участвовали представители породы, у нас не очень известной, — португальские водяные собаки. Они появились в США совсем недавно — в начале 1950-х годов, причем, с одной стороны, все они происходят от небольшой



Логотип проекта «Геном собаки» (Dog Genome Project at the National Human Genome Research Institute, [http://research.nhgri.nih.gov/dog\\_genome/](http://research.nhgri.nih.gov/dog_genome/))

группы основателей (то есть генетически довольно сходны между собой), а с другой стороны, стандарты породы допускают сильные вариации размеров и внешнего вида. Целью ученых был поиск генов, отвечающих за вариации размера.

Геномы собак сканировали по микросателлитам, собирали родословные и медицинские карты, а их самих просвечивали рентгеном, чтобы измерить длину костей и параметры черепа с максимальной точностью. Сопоставление данных заставило ученых обратить особое внимание на некий участок в хромосоме 15: вариации в этом участке явно коррелировали с размером тела. Дальнейшие исследования подтвердили, что там находится ген инсулиноподобного фактора роста 1 (*insulin-like growth factor-1, IGF1*) — мутации в нем влияют на размер тела. У 96% собак было только два аллельных варианта этого гена (гаплотипа). Один, характерный для мелких собак, назвали В, другой, типичный для крупных, — I. Исследования других пород, как мелких, так и гигантских, подтвердили: чем мельче собака, тем реже встречается вариант I, и наоборот.

И еще к вопросу о росте и массе (снова группа Острендер). Уиппет похож на небольшую борзую — тонкая, изящная собака весом около 9 кг. Ценители любят его именно таким, но иногда на свет появляются уиппеты культуристского телосложения — широкая грудь, гипертрофия мускулов лап и шеи, общая мышечная масса увеличена чуть ли не вдвое. Ученые обнаружили, что у таких собак потеряны две пары оснований в обеих копиях гена миостатина. Этот белок, как ясно из названия, ограничивает рост мышечной массы. У «накачанных» уиппетов он усечен и не может работать правильно. Но что интересно, гетерозиготные особи (с одной такой мутацией и нормальной копией гена в другой хромосоме) более мускулистые, чем сородичи. Кроме того, оказалось, что она чаще всего встречается у самых быстрых бегунов среди уиппетов. Так нередко бывает и в дикой природе: гены, «плохие» в гомозиготном состоянии, «хороши» в гетерозиготном, и поэтому избавиться от них нельзя.

Весомый вклад в собачье разнообразие вносит шерстный покров. Мы далеко ушли от серой шубы предка. Например, таксы бывают гладкошерстные (именно их обычно рисуют в мультиках), длинношерстные — с локонами, как у спаниелей, и жесткошерстные — все щетинистые, на морде борода, усы и брови торчком, как у скотч-терьера. «Не-е, это не такса, это другая порода!» — комментирует наблюдательный прохожий, увидев «жестика». На самом деле под шерстью они почти такие же, как обычные таксы: те же габариты, те же короткие лапы. Вся разница — в усах и бороде. Идеальная ситуация для поиска гена методом GWAS.

В лаборатории Элайны Острендер сравнили наборы SNP у 96 гладкошерстных, длинношерстных и жесткошерстных такс: первые две группы — контроль, «жестики» — носители интересующего гена. В районе максимальных различий обнаружился ген *RSPO2* — (ген R-спондина-2), о котором и

раньше знали, что его продукт участвует в формировании волосяного фолликула.

Оказалось, что у бородатых и усаемых собак имеется вставка в концевой части гена (она не кодирует белковую последовательность, но кодирует «хвост» матричной РНК, и, возможно, мутация влияет на ее стабильность, а значит, и на количество белка). Из 298 собак с таким фенотипом 268 были гомозиготными по этому варианту гена и 29 — гетерозиготными. Зато этот вариант гена не встретился ни разу у собак с ровной шерстью на морде.

Что касается длины шерсти, на подозрении уже был ген *FGF5* (ген фактора роста фибробластов 5) — мутация в нем делала собак породы корги атипично пушистыми; как и мутации в гомологичных генах у кошек и мышей. Действительно, у длинношерстных собак в белке — продукте этого гена — цистеин в позиции 95 заменен на фенилаланин. Длинношерстные таксы были по этой мутации гомозиготными, гладкошерстные и жесткошерстные имели обе копии гена дикого типа или одну мутантную. Мутантный ген оказался рецессивным. (Но в принципе не исключено, что от союза двух гладкошерстных такс родится щенок с длинной шерстью, если среди предков родителей были «длинники».) Когда в исследование включили другие породы, мутантный ген был найден у 91% всех длинношерстных собак, примерно у трети собак со средней длиной шерсти и только у 3,9% короткошерстных. Однако некоторые породы с очень длинной шерстью, вроде афганских борзых, похоже, обязаны своей красотой совершенно другому гену.

По поводу кудрявой шерсти исследователи обратились к своим любимым португальским водяным собакам, среди которых есть и кудрявые, и прямошерстные. Неудивительно, что искомым оказались два гена кератина — белка волос. При этом мутации в гене *KRT71* уже были известны, не в обиду пуделям будь сказано, у кудрявых мышей.

Исследователи выяснили, что различные комбинации дикого и мутантного аллеля этих трех генов — *RSPO2*, *FGF5* и *KRT71* — дают 95% разнообразия фактуры шерсти у 108 исследованных пород. Результаты вместе с типичными примерами представлены в таблице.

Бассеты и гладкошерстные таксы в этом исследовании практически совпадают с волком: никаких кудрявостей и бородатостей. Но у них другие проблемы. Короткие лапы, позволяющие проникать в барсучьи норы и прятаться под шкафами, — это, как теперь известно, результат действия ретрогена. Нормальный путь передачи информации, как всем известно, — от ДНК к мРНК и далее к белку. Но иногда бывает и наоборот: последовательность ДНК с помощью фермента обратной транскриптазы синтезируется на мРНК и встраивается в геном, образуя новый ген. Так вот, у коротколапых собак обнаружен ретроген *fgf4*, кодирующий фактор роста фибробластов 4 (этот белок, из того же семейства, что и *FGF5*, имеет множество функций, в том числе отвечает за процессы клеточного деления и опухолеобразования). Проверка показала, что он надежно ассоциирован с хондродисплазией, иначе говоря, с короткими лапками, характерными





## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

можно, это единственный известный пример активного ретрогена в морфологически отличной популяции внутри вида.

Поразительно, что этот ретроген есть у самых разных пород (даже у пекинесов, которые вообще принадлежат к другому кластеру!). Общий их предок жил достаточно давно, и почему коротколапые щенки, бесполезные до появления норных охотничьих пород, век за веком избегали ведра с водой — еще одна тайна в истории наших двух видов. Может, *fgf4* отвечает также и за особое выражение глаз, против которого человеку устоять невозможно?

Эту главу можно было бы продолжить — рассказать, например, о вислых ушах и ушах торчком. Но главное уже понятно: впечатляющее разнообразие собачьих обликов обеспечивается сравнительно небольшим набором генов, простыми и изящными способами. А человеку еще и мало естественно возникающих мутаций — сотрудники Сеульского национального университета создали генно-модифицированных гончих собак, светящихся, как знаменитая крольчиха Альба, только не зеленым, а красным светом, и даже получили от них щенков, тоже светящихся («Reproduction, Fertility and Development», 2011, № 23 (1), с. 134). Зрелище не для слаборезных. Правда, чтобы пугать какого-нибудь нового сэра Баскервиля, владелец ГМ-монстра должен обзавестись ультрафиолетовым фонариком — красный флуоресцирующий белок RFP светится только при УФ-облучении. Если серьезно, такие собаки нужны не для развлечений, а опять-таки для науки. Но это уже другая история.

Чего еще следует ожидать нам, любителям собак и высокой науки, в ближайшие годы? По мнению Элайны Острендер — прежде всего успехов в картировании новых генов болезней. Есть и еще одна манящая перспектива: гены поведения, темперамента, интеллекта. Известно, что есть породы храбрые и робкие, сдержанные и склонные к бурным проявлениям любви, «домашние» и «бойцовые» (хотя неадекватность хозяина и тяготы жизни могут превратить в злобное чудище даже добрейшего от природы пса). И более того: пастушью собаку легко научить сгонять овец в стадо, пойнтера — делать стойку на дичь, а наоборот — не факт, что получится. Вот бы генетикам разобраться со всем этим...

И самая главная загадка: что мы нашли в них, а они в нас? Почему они беззаветно преданны даже не самым лучшим хозяевам, почему мы нячимся с потомками страшного серого волка, как с родными детьми? Где искать истоки этой связи между нашими видами — в их геноме, в нашем, в том и другом? Ни одно из планируемых исследований не намерено искать ответы на этот вопрос, и, вероятно, это к лучшему. Сравнение геномов человека и собаки направлено на то, чтобы изучить сходство и различие между нами. «Может быть, ученым стоит удовлетвориться этим и оставить тайной генетические основы симпатии, любви и верности. По крайней мере, мы с моей собакой довольны тем, что есть», — считает Элайна Острендер.

*Генетики разделили породы собак на четыре группы. Результат может быть непривычен и для профанов, и для знатоков, но с ДНК не поспоришь: в ней все записано лучше, чем в любой родословной*

для такс, бассет-хаундов и корги («Science», 2009, т. 325, № 5943, с. 995—998). У собак с обычными и длинными лапами этот ретроген не найден — у них есть только нормальный ген *FGF4*. Вот случай, когда эволюционное событие, положившее начало нескольким породам, удалось отследить. Кстати, воз-







РЕШЕНИЕ, ПРИНЯТОЕ В ПОЛЬЗУ ТОЧНОСТИ...



ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ



**ATAKON** 2010

РАСЧЕТЫ • БИОКРИЗИС • ИЗОМЕРИЗАЦИЯ

АЛКИЛИЗАЦИЯ • ГИДРООБРАЗОВАНИЕ

**КАТАЛИТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

**ATAKON** 2008

**МНОГОЦЕЛЕВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ (ДО 100 АТМ)**

**ATAKON** 2011

**УСТАНОВКА ТЕРМОПАРОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ КРЕКИНГА**

**ATAKON** 2010

**УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ВАКУУМНОГО ГАЗОИЛИ**

**ATAKON** 2009

**УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПАРОВОЙ И ВОЗДУШНОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ**

**ATAKON** 2010

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ РЕАКТОРОВ-РИФОРМЕРОВ**

**ATAKON** 2011

**УСТАНОВКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

**ATAKON** 2009

**ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ДЕГИДРИРОВАНИЯ ПАРАФИНОВЫХ И ОЛЕФИНОВЫХ C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> УГЛЕВОДОРОДОВ**

**ATAKON** 2011

**УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОКРЕКИНГА ГУДРОНА И ДРУГИХ ТЯЖЕЛЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ**

**ATAKON** 2009

**ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ МЕТОДОМ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ПРОПИТКИ**

**ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗУЮТСЯ:**

- КАК НАДЕЖНОЕ И ОПЕРАТИВНОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ
- ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И ИЗУЧЕНИЮ КИНЕТИКИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
- ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ ВЫГРУЖЕННЫХ, ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО АППАРАТА, ОБРАЗЦОВ КАТАЛИЗАТОРА
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ КАТАЛИЗАТОРОВ
- ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕЗАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ И СПОСОБОВ ИХ РЕГЕНЕРАЦИИ
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Лабораторные Каталитические Установки  
Технологические Стенды

# Секвенатор за Полярным кругом

Кандидат  
биологических наук  
**Н.В.Маркина**

*Несмотря на усилия молекулярных биологов,  
которые из одного вида делают пять, налицо кризис  
биоразнообразия...*

*Из студенческой стенгазеты*

Бесконечный покой белой воды, в которой отражается белое небо. Романтика бессонных ночей. Каждый, кто побывал на Беломорской биостанции (ББС) МГУ, непременно хочет сюда вернуться. Но сегодня не только это влечет биологов на север — здесь появились новые возможности для исследования природы. На берег Белого моря пришли высокотехнологичные молекулярные методы, без которых немислима современная биология.

## Секвенировать все сущее

Методы приблизились к объектам исследования — морской и прибрежной флоре и фауне. Биоразнообразие было одной из причин, по которой в 1938 году это место на берегу пролива Великая Салма выбрали для строительства биостанции. Судьба ББС сложилась очень непросто. Времена, когда на учебно-научной базе МГУ не было не только научных приборов и компьютеров, но даже бани и электричества (столбы ЛЭП разрушились от времени, а провода растащили), она пережила совсем недавно. Однако даже тогда не прекращались студенческие полевые практики, без которых нельзя вырастить настоящих биологов. На помощь биостанции пришли бывшие стройотрядовцы, которые когда-то здесь пилили бревна и клали кирпичи, и бывшие студенты. И началось возрождение. Сменилось руководство. Появился Благотворительный фонд ББС МГУ, координирующий помощь. И пришли специалисты, которые вдохнули жизнь в пустующие помещения лабораторий. Постепенно биостанция обретает новое лицо — становится современным учебно-научным центром морской биологии, где студенты осваивают сложные методы исследования, а сотрудники приезжают решать разнообразные научные задачи.

В молекулярно-биологической лаборатории забываешь о том, что находишься за Полярным кругом. Ламинаторы, центрифуги, амплификаторы, приборы для электрофореза — работает все оборудование, необходимое для выделения ДНК из морских организмов, проведения полимеразной цепной реакции (ПЦР), электрофореза и анализа ДНК — в этом сезоне на ББС появился даже секвенатор. Теперь студенты, специализирующиеся на зоологии беспозвоночных, своими руками докапываются до генетической сущности червя или рачка, которые еще сегодня плавали в море. У них опытные учителя. Татьяна Владимировна Неретина — молекулярный биолог, пришла на биостанцию из лаборатории Института биоорганической химии (ИБХ), Николай Сергеевич Мюге — сотрудник Института биологии развития РАН и Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), ведущий специалист по молекулярной генетике морских и пресноводных животных.



*Морской многощетинковый червь nereis*

Работа не прекращается ни днем, ни ночью: здесь ни у кого нет понятия нормированного рабочего дня. Время уже за полночь, но светло, как днем. Татьяна варит для всех очередную порцию кофе — и вновь за работу. Поставить ПЦР, проверить результаты реакции на форезе, заложить пробирки в секвенатор. В низкотемпературном холодильнике лежат и ждут своей очереди следующие образцы. А утром придут студенты-зоологи, которых надо обучать методам...





*Голожаберный моллюск*

Молекулярно-биологическими методами в зоологии и ботанике сегодня решается множество задач. Большинство их лежит в области систематики (см. несерьезный эпиграф к статье). Действительно, зачастую удается показать, что, например, эти две популяции, живущие в разных условиях, уже образовали два вида, а те виды-близнецы, неразличимые внешне, различаются генетически. Молекулярные биологи перетряхивают основы линнеевской систематики. А постро-

енные ими филогенетические деревья отражают истинное родство видов между собой.

### Штрихкод жизни

В этом году сотрудники ББС МГУ стали участвовать в Международном проекте «International Barcode of Life Project» (IBOL). Идея «баркодинга» состоит в том, чтобы каждому виду присвоить подобие штрихкода. Для этого надо изучить максимально возможное число живущих на планете видов по какому-то одному гену, который есть у всех, но чем-то отличается. В качестве такого универсального маркера биологи выбрали небольшой участок гена (около семисот нуклеотидов) одной из субъединиц цитохромоксидазы — фермента, который участвует в работе дыхательной цепи митохондрий. По строению этого участка можно довольно точно определить видовую принадлежность животного.

Участвующие в проекте научные коллективы по всему миру пополняют международную базу данных. Когда она будет собрана, то, поймав неизвестную зверушку в любом месте планеты, можно будет достаточно просто и быстро «просканировать» ее по данному генетическому маркеру, определить «штрихкод», как на товаре в супермаркете, и сравнить





*Флот биостанции*

его с базой. И узнать, к какому виду зверушка принадлежит.

Для этого надо провести огромную работу: сотрудникам БС МГУ до конца года нужно обработать 1000 экземпляров, относящихся к 200 видам, по пять особей каждого вида.

«Будем секвенировать все сущее», — говорила Татьяна Неретина, готовясь к работе. Ну и, в общем, так оно и происходит. Одних животных водолазы доставали со дна моря, других биологи собирали на литорали, третьих вынимали из трала во время рейсов. Результаты «баркодинга» отправляют в международный центр сбора данных, а сам объект — в коллекцию для долгого хранения.

## Так рождается музей

«Реорганизация музейного дела в нашей стране совершенно необходима, — убежден директор БС МГУ, доктор биологических наук Александр Борисович Цетлин. — В музейных коллекциях должны храниться ваучерные экземпляры видов, и каждая коллекция должна сопровождаться электронными таблицами, которые были бы открыты для доступа специалистам в любой стране. Биостанция и Зоологический музей МГУ приняли на себя обязательства собирать и хранить такие ваучерные экземпляры. На биостанции мы создаем филиал Зоомузея, куда, по мере сбора данных для «баркодинга», поступают экземпляры животных или образцы их тканей.

*Анна Барминцева, сотрудник ВНИРО, выделяет ДНК из колушки*



*Лабораторный корпус биостанции*

Таким образом, создается база данных по каким-то группам видов, обитающих на окружающей территории. Это будет национальный коллекционный центр».

Такой музей, предназначенный не для экспозиции, а для научной работы, не занимает много места. Сейчас для него достаточно большого холодильника на  $-75^{\circ}$ .

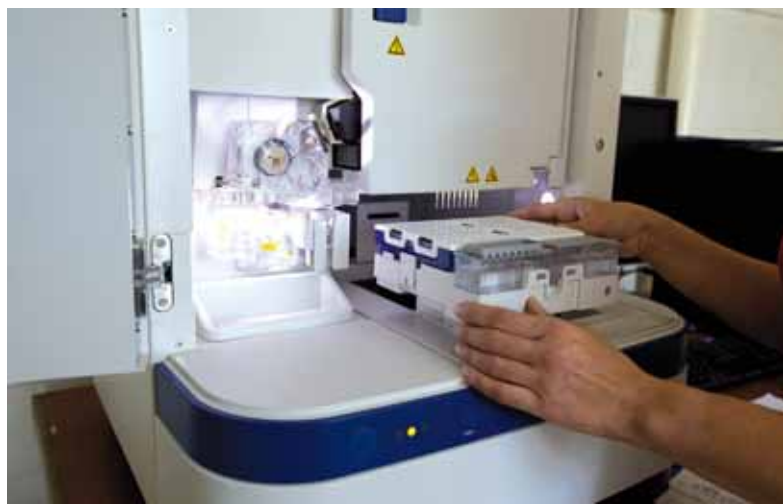
А.Б.Цетлин говорит о том, что биостанция постепенно становится «центром коллективного пользования». Современное оборудование, приблизившееся к объектам исследования, смогут использовать не только сотрудники БС, но и другие ученые, которые приезжают решать свои задачи на беломорских животных и растениях.

## Поиск разнообразия

Научный интерес Алексея Симоновича Кондрашева, профессора Мичиганского университета, состоит в изучении эволюции геномов. Это благодаря полученному им «мегагранту», с которым он пришел в МГУ, на БС были куплены секвенатор, мощная центрифуга, амплификатор для проведения ПЦР в реальном времени, корабль для морских исследований. А лабораторное оборудование в ближайшем будущем пополнится конфокальным микроскопом.

А.С.Кондрашев ставит задачу найти наиболее генетически переменчивые виды, принадлежащие к которым организмы

*Образцы ДНК отправляются на анализ*





*Татьяна Неретина готовит секвенатор к работе*

максимально различаются между собой. Два таких вида уже известны биологам: это морское беспозвоночное асцидия (*Ciona savignyi*) и гриб шизофиллум (*Schizophyllum commune*). У них материнский и отцовский геномы различаются на 8% (у человека они различаются по одной «букве» из 1000, то есть на 0,1%). «Есть предположение, что такие виды можно найти именно в море — в нем достаточно места и более стабильные условия существования, чем на суше, — продолжает А.С.Кондрашев. — Я надеюсь, что можно найти виды с 20%-ной изменчивостью». А затем интересно изучить, какие признаки вида коррелируют с уровнем изменчивости.

Для этой цели биологи помимо гена цитохромоксидазы секвенируют у разных видов гены гистонов (белки, на которые намотана ДНК в ядре). «Пять тварей каждого вида — это уже материал, на котором можно оценить генетическое разнообразие», — говорит А.С.Кондрашев.

## Как возникают виды и чьи это дети

Н.С.Мюге, помимо обучения студентов-зоологов молекулярным методам, исследует на Белом море генетику трехиглой колюшки (*Gasterosteus aculeatus*). Исходно это мелкая мор-

*Высокоскоростная центрифуга работает постоянно. Аспирант Ольга Коновалова*



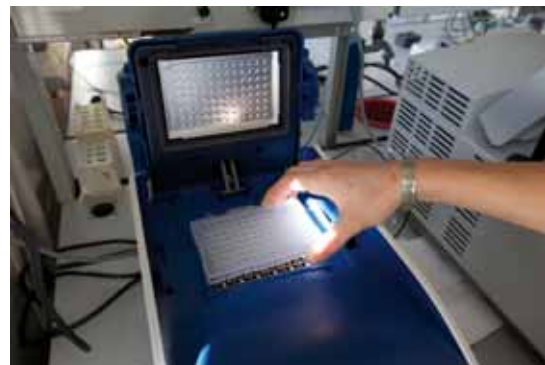
ская рыбешка, которая, как правило, заходит нереститься в пресноводные озера. Однако некоторые вылупившиеся мальки не возвращаются в море и остаются в жизнь в озере. Постепенно формируются пресноводные популяции. В одних озерах пресноводные рыбки скрещиваются с приходящими ежегодно на нерест морскими, в других — не скрещиваются, там уже произошла репродуктивная изоляция между двумя формами колюшки. Биологи пытаются на молекулярном уровне, путем секвенирования ДНК и микросателлитного анализа, изучить, как именно она происходит. Одновременно стараются понять, какие генетические изменения позволяют колюшке приспособиться к постоянной жизни в пресной воде. Есть и еще одна задача. Тридцать лет назад колюшку расселили по нескольким прудам и карьерам на побережье. Эти «прудовые» популяции оказались в репродуктивной изоляции, и естественный отбор пошел в них в разных направлениях. Теперь интересно сравнить, насколько они между собой различаются генетически.

И еще немало самых разнообразных задач морской биологии помогают решить молекулярные методы. Например, отгадать загадку «где чьи дети?». В море плавает великое множество личинок, совсем непохожих на взрослую стадию этого же животного. Как определить, где чья личинка? Только по геному.

Зоологов также давно интересует, почему некоторые виды в Белом море намного меньше по размеру, чем в Баренцевом, с которым оно соединено проливом — Горлом. Они пытаются понять, как возникла «карликовость» беломорских беспозвоночных и до какого уровня дошли различия. Возможно, некоторых беломорских животных уже можно считать отдельными видами.

Работа на биостанции продолжается. Она бесконечна, как бесконечен процесс познания природы (и как неиссякаем ежегодный поток студентов, добавляет А.Б.Цетлин). Но каждый, даже небольшой, шаг — это ступенька к лучшему пониманию разнообразия жизни.

*Фото: А.Семенов, А.Андрянов, Н.Маркина*



РЕПОРТАЖ



# Карп

**Что за рыба карп?** Это он мается в аквариумах рыбных магазинов, а с наступлением холодов его тушками завалены прилавки уличных лотков. Карп *Cyprinus carpio carpio*, одомашненный сазан, продукт прудового рыбоводства. Сазанов прибрали к рукам в давние времена, сначала в Азии, а потом и в Европе. В Японии для украшения парковых прудов вывели красную форму карпа — кои, остальных разводят для еды. Карпы быстро растут, неприхотливы в пище, не требовательны к качеству воды и легко переносят кратковременный недостаток кислорода. Однажды по телевизору показывали, как дизайнер снимал с живого карпа гипсовую маску, и ничего, выдержала рыба.

Существует три разновидности карпа: обычные; зеркальные с несколькими рядами крупных чешуй и голые, они же рамчатые, с чешуей лишь на животе, спине и понемногу возле жаберных крышек и хвоста — такую рыбу можно не чистить.

Слово «карп» происходит от греческого, означающего «плод». Рыба и впрямь плодовая — ее продуктивность составляет около 150 икринок на 1 г массы. К сожалению, эта икра не так вкусна, как у осетровых рыб. Почему реки еще не вышли из берегов от обилия карпов? А потому, что они нерестятся поздно, когда у остальных рыб уже вывелись мальки, и угадайте, чем они питаются? До стадии вылупления доживает не более 10% карповых икринок. Зато в рыбоводных прудах, куда помещают карпов, быстро наступает изобилие.

Карп может жить лет до пятидесяти и достигнуть веса килограммов в 35, а то и все 50, если его не трогать. Но трогают — вытаскивают из рыбхозных прудов, и небольшие, килограмма по полтора, карпики идут на продажу.

**Чем полезно мясо карпа?** Мясо карпа на вкус сладковато и немного напоминает говядину, потому что в нем много крови. Из других достоинств отметим прежде всего низкую калорийность (112 ккал в 100 г) и легкую усвояемость. Плоть рыбы содержит мало соединительной ткани, поэтому быстро готовится, хорошо переваривается и усваивается на 93—98%, в то время как мясо — только на 87—89%. Белков в карпе много, до 20%, и они содержат все необходимые для организма аминокислоты, в том числе серосодержащий метионин. Организм человека его не вырабатывает, а меж тем метионин необходим для нормального роста и обмена веществ. Без этой аминокислоты (и серы) можно забыть о здоровых хрящах, ногтях, волосах и коже.

Жиры — с ними плохо, но и без них невозможно. Карп относится к рыбам средней жирности, 100 г содержат всего 5,6 г жиров, в основном полиненасыщенных. Благодаря этому рыбий жир жидкий и усваивается организмом значительно легче, чем плотный животный. В его состав входят также биологически активные вещества: фосфолипиды (компонент клеточных мембран) и лецитин.

Мясо карпа богато минеральными элементами: калием, магнием и особенно фосфором, в достаточном количестве содержит кальций и железо. В нем много витаминов группы В, а также А, D и Е. Организм полностью усваивает соли фосфора и кальция, поэтому рыба полезна для здоровья костей. У пожилых людей она задерживает развитие остеопороза. Фосфор также необходим для синтеза ДНК и работы нервных клеток.

Регулярное поедание карпа улучшает состояние кожи, благотворно влияет на пищеварительную и нервную системы, регулирует содержание сахара в крови, сберегает талию. Противопоказаний к потреблению этой рыбы ученые не нашли. Так что ешьте карпа. Вопрос в том, как это лучше сделать.

**Зачем карпу кляр?** Плоть у карпа нежная и водянистая — содержание жидкости превышает 79%. При термической обработке она быстро испаряется, мясо становится сухим и невкусным. Но выход есть — жидкость надо удержать. Проще всего запекать карпа прямо в чешуе, естественный панцирь не даст ему засохнуть. Но чаще рыбу чистят и жарят, и в этом случае лучшее средство от обезвоживания — кляр (жидкое тесто). Еще кусочки карпа можно панировать, обваливая их в муке, пока панировка не перестанет пропускать влагу, или запекать под соусом.

**Каково рыбе в воде?** Обезвоживание не грозит карпу, если его сварить, но тут кулинара подстерегает другая опасность — перегрев. А все из-за той самой жидкости, которой богата рыбная плоть. Она насыщена белками, которые при высокой температуре быстро сворачиваются, и, если рыбу переварить, получается невкусно. Четверти часа вполне достаточно, поскольку мясо у карпа нежное. По той же при-







чине рыбу варят в кастрюле с открытой крышкой, чтобы вода не была горячей кипятка.

Исходя из принципа «не перегреть», кулинары не советуют тушить рыбу — это долго и горячо, а если жарить, то не на сковороде, а в духовке: при таком способе она обжаривается сразу с двух сторон, что вдвое сокращает время тепловой обработки.

В старых рецептах указано, что рыбу надо варить часа полтора. Таким способом избавлялись от паразитов, которыми кишела рыба, но для этого есть и другие методы — карпа надо выдержать минут десять в подсоленной воде или в воде, подкисленной лимонным соком, вином или винным уксусом. Заодно и вкус продукта улучшится, и запах тины уйдет, если он был. Дольше вымачивать карпа не нужно: чище он не станет, а вкус испортится.

Если уж мы заговорили о варке, самое время вспомнить рыбные супы. Приступая к их изготовлению, следует иметь в виду, что в мясе рыб не более 4,5 % веществ, которые при кипячении переходят в воду. Поэтому, чтобы бульон получился наваристым и ароматным, воды нужно брать немного, никогда ее не доливать, а потом еще упарить бульон, обязательно добавляя в него специи и коренья, иногда рассол.

**Что такое «система трех «П»?** Любую рыбу надо почистить, подкислить и посолить. Зачем подкислять, мы только что выяснили. С посолом главное не переборщить — иначе можно забить собственный нежный вкус карпа. А с чисткой обычно возникают проблемы. Чаще всего мы покупаем не голого карпа, а обычного чешуйчатого. Ошпарьте его кипятком — чешуя на глазах побелеет, встопорщится, и почистить рыбу будет значительно легче. Делают это «против шерсти», причем тушку и руки держат в миске с холодной водой, чтобы после рыбины не отскрести еще и кухню.

**Почему рыбу не едят ножом?** С системой трех «П» связано и старинное правило застольного этикета: не есть рыбу ножом. То есть нож к рыбе иногда подают, но специальный маленький, напоминающий лопаточку; им не режут рыбу, а лишь отделяют мясо от костей, придерживая его вилкой. Иногда роль рыбного ножа выполняет вторая вилка или кусочек хлеба.

Это правило восходит к тем временам, когда ножи делали из обычной стали — серебро мягкое, резать им неудобно. От рыбы, которую часто подавали под кислым соусом или с лимоном, ножи ржавели и быстро портились, вкус блюда тоже не улучшался, и контакта рыбы со сталью старались избегать. Потом стали делать специальные маленькие серебряные ножички и приборы из нержавеющей стали, но правило осталось. Ну и что? Застольный этикет предписывает иногда и более странные действия. У англичан, например, принято есть зеленый горошек, расплющивая его ножом на тыльной стороне вилки.

**Что такое «тельное», или Несколько слов о рыбных котлетах.** Из всякого мяса делают котлеты, для чего предварительно готовят фарш. Но опытные кулинары, например Вильям Похлебкин, категорически не советуют пользоваться для этого мясорубкой — продукт получается невкусный, неаппетитного грязно-серого цвета, и пахнет неважно. Однако котлет-то хочется. Их приготовление начинают с филирования. Из очищенной рыбы вынимают хребет, ребра и мелкие кости, а полученное филе измельчают ножом. Затем его можно истолочь на льду в деревянной или пластмассовой ступке. Ни хлеба, ни муки, ни масла добавлять не нужно, только немного сливок и специи. Из полученного рыбного месива формируют котлетки, панируют и жарят три-четыре минуты на подсолнечном масле.

А можно порезанное филе не мять, а перемешать со специями, зеленью и взбитым яйцом и слепить из этой массы брикет, завернуть его после панировки в марлю для сохранения формы и в таком виде сварить в рыбном бульоне с молоком либо в подсоленном кипятке и обязательно в открытой посуде, чтобы не перегреть. Получается монолит, похожий на рыбье тело — тельное.

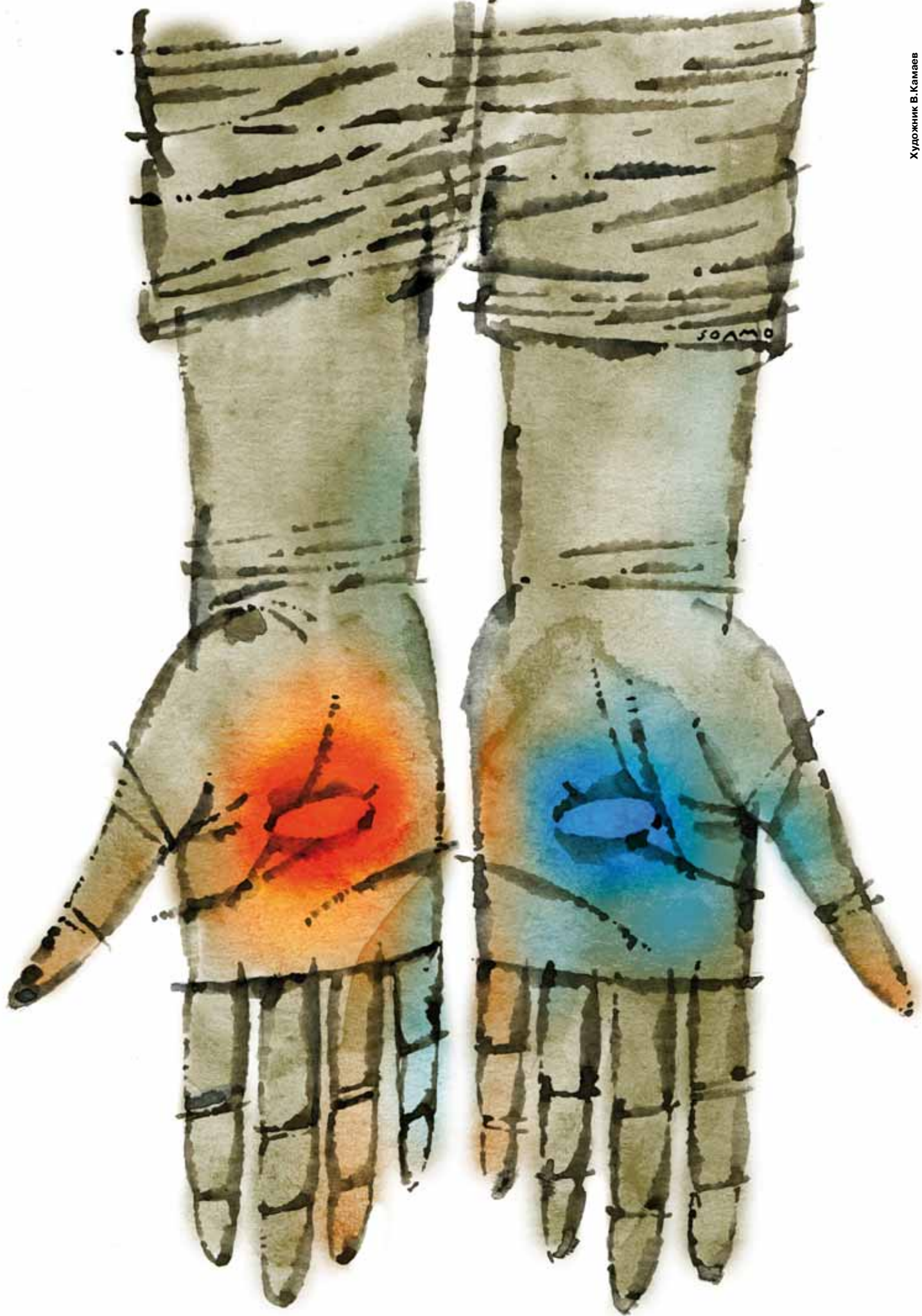
**С какими продуктами сочетается карп?** Нежное и сладкое мясо карпа отлично сочетается с овощами. Специалисты рекомендуют запекать его вместе с картофелем, луком, морковью и пряностями (лавровый лист, перец, укроп). Они же — непереманные компоненты ухи. Вкус рыбы хорошо дополняют соусы. К нежирным рыбам обычно подают высококалорийные соусы из масла, яиц, сметаны и сливок, к жирным больше подходят соусы с кислотным привкусом, который смягчает вкус жира. Карп среди рыб занимает промежуточное по жирности положение, и потому к нему подходят соусы обоих видов.

Традиционное блюдо — фаршированный карп, однако начинка у него может быть самая разная: орехи, рыбно-грибной фарш, копченое сало, груши. А еще его тушат, но не в воде, а в вине или пиве.

**А что делать с костями?** У карпа много костей, которые мешают лакомиться его нежным мясом. Иногда их вынимают заранее, например когда готовят тельное. Если карпа жарят, то по всей длине тушки со стороны спинки делают надрезы — тогда мелкие косточки не будут чувствоваться. Но если рыбу подали целиком и с ощутимыми костями, нужно разрезать ее вдоль хребта с головы до хвоста, предварительно сняв кожу. После этого одну из половин переворачивают и, придерживая на тарелке вилкой, вынимают хребет и мелкие кости либо рыбным ножом, либо другой вилкой. Мякоть разделяют на небольшие порции и едят. Затем то же самое проделывают со второй половиной. Если кости все же попали в рот, крупные извлекают вилкой, мелкие — деликатно, двумя пальцами. Костяную баррикаду сооружают на краю тарелки.

Н. Ручкина







# Чертов слон



Александра Тайц

ФАНТАСТИКА

Айса не пользовалась мемокастом. Никогда. Точнее, было один раз, когда ей исполнилось семнадцать, и был этот кошмарный выпускной, и она выпросила у мамы красную овальную таблетку, причитая, что она не сможет после такого жить, просто не сможет жить, мама, ну все же этим пользуются! Мама вздохнула и поджала губы. Таблетку, однако, дала, и Айса старательно переписала на прилагающуюся бумажку все важные события прошедших суток:

1. Был выпускной.
2. У меня хороший средний балл.
3. Мы с Дорин после завтра идем в «Вонючую Розу» отмечать.
4. Дорин начала встречаться с Майклом, она будет занята на неделю.
5. Мистер Грэхем — зеленая жаба.
6. Марихуана на меня действует угнетающе. Обрати внимание! Не мешать с алкоголем.
7. У меня самые лучшие на свете родители.
8. Я больше не встречаюсь с Джереми.

Все остальное, пожалуй, было в самый раз для мемокаста. Потные корявые ручки мистера Грэхема, разбитые склянки в кабинете химии, Джереми под ручку с девицей из десятого класса (крашеной стервой), спустившийся чулок, черная волна горя после первой же затыжки, какая-то заброшенная квартира в Ной Вэлли, истощный визг сирен, строгие люди в тяжелой одежде: мисс, вы нас слышите? Мисс? Как вас зовут? Сколько пальцев? Нам необходимо позвонить вашим родителям, мисс...

Так вот после того раза — все. Не то чтобы она была против. Но когда проснулась, то ни крашенная стерва, ни чулок — ничего из этого не исчезло. Наоборот, стало как будто ближе и отчетливее. Она засунула голову под подушку и попыталась снова уснуть. Над головой висел мистер Грэхем с расстегнутой ширинкой. У Джереми рот был перепачкан розовым. Пахло дымом. Она зажмурилась и попыталась сосредоточиться. Она прекрасно помнила мамину руку с таблеткой. И как зубы о стакан стучали.

Айса встала, подошла к зеркалу. Безумный взгляд, расширенные зрачки. Сухие губы. Она подняла руку. Да, легкая синева под ногтями. И голова раскалывается. Все признаки приема налицо.

Кроме одного. Она все прекрасно помнила. Это было ужасно несправедливо.

Людей, на которых не действовал модулятор памяти, было исчезающе мало. Настолько мало, что законы, регулирующие прием модулятора, их не учитывали. В общем, невосприимчивые к мемокасту считались городской легендой.

— Анастасия Мак-Ги. Городская легенда, — поклонилась Айса зеркалу. Зеркало хихикнуло. То есть это Айса хихикнула, а зеркало это отразило.

Дома никого не было, и она, не одеваясь, прошлепала на кухню. Нашла мамины сигареты, закурила — что уж теперь-

то. Все равно все пропало, можно напоследок получить удовольствие. Налила себе кофе из кофейника, поморщилась — Айса терпеть не могла эту жидкую бурду, но варить было лень. Выглянула на улицу. На остановке стояла девочка лет пятнадцати с ярким красным пятнышком на лбу.

Двое суток модуляции, привычно подумала Айса. Случилось у нее что-то такое, что даже доктор выписал, хоть и несовершеннолетняя. «Бедная девочка, — вдруг повторила она мамину мысль и сама себе удивилась: она, Айса, тоже бедная, и, пожалуй, понесчастнее, чем эта незнакомая девочка. Та, считай, уже все забыла, а ей, Айсе-беднячке, теперь всю жизнь все помнить. Как слон.

— Как чертов слон! — закончила она вслух, допила кофе, затынулась, потушила сигарету и принялась обдумывать факты. Вообще-то... Если подумать... Есть и плюсы... Говорят, у них голова болит потом кошмарно, а у нее уже прошла... И вообще...

Когда пришла мама, Айса уже все продумала.

— Заинька, ну как ты? — спросила мама осторожно.

— Слушай, поразительно, совершенно ничего не помню! Голова только очень болела, — улыбнулась умытая, причесанная и веселая Айса. — Это так и должно быть?

— Ну и слава тебе господи, — вздохнула мама облегченно. — Моя ты умница! Пойдем тогда суши есть? Надо же отпраздновать это дело!..

Потом они выбирали тряпочки — в чем пойти в суши-бар — и чуть не подрались — кто наденет черную блузу с капюшоном, — потом помирились, потом мама уложила волосы вверх и залила лаком, как у японки, Айса сначала стеснялась, а потом тоже так сделала. Ну и ладно, подумала, пусть смотрят. Красиво же!

Потом они доехали до бара, и сразу нашли парковку, и цокали на каблучках по сверкающему тротуару — цок-цок-цок, а прохожие оглядывались и улыбались, а в баре папа уже ждал их, столик самый лучший, у окна, занял, а самое главное — Большой Брат Энтони тоже их там ждал! Он только что приехал, домой нарочно не заходил, хотел, чтобы сюрприз, и Айса визжала и прыгала как настоящая Маленькая Сестра, хотя и взрослая уже барышня вроде, выпускница.

Так вот, после того раза она модулятором не пользовалась. И как-то не надо было — жизнь у Айсы складывалась очень удачно. В колледж поступила сразу после школы. Училась хорошо, ни одного экзамена не завалила, ни одного теста даже. Пару раз, когда Джеф уезжал во Францию, например, или когда она случайно попала в драку на стадионе, Айсе приходило в голову, что неплохо бы... Но, вообще говоря, вполне можно и потерпеть. Выхода-то иного не было.

В то время практика модулирования памяти стала одной из любимых тем для политических баталий — наряду с абортными и налогами. Правые ожесточенно спорили с левыми, первые упирали на возможность злоупотреблений, вторые — на несомненное падение показателей депрессии



и общий рост психического здоровья населения.

— Мемокаст делает людей счастливыми! — вопили одни. — Количество самоубийств сократилось на восемьдесят четыре процента!

— Это вмешательство в личное пространство! — орал другие. — Это открывает путь для злоупотреблений! Только за последний год произошло более тысячи случаев обмана доверия! Придет к вам такой милашка-Джон, замешает в еду таблеточку, а сам вашу жену совратит. Или миллион одолжит!

— Только дебил может одалживать миллион без расписки, — возражали любители ослов.

— Только безнравственный человек может глушить себя наркотиками и убегать от реальной жизни, — не менее справедливо говорили их противники...

Через пару лет, однако, после изобретения усовершенствованного препарата, названного мемолайтом, споры поутихли. Модулятор нового поколения уничтожал не воспоминания как таковые, а эмоциональную память. Приняв его, человек сохранял полную фактическую память о событиях. Он помнил все, что случилось, однако абсолютно не помнил собственных чувств. Словно перелистал книжку, в которой шла речь о событиях, произошедших с симпатичным литературным героем. Мемолайт стали активно и бесконтрольно использовать в полиции, госпиталях, Службе спасения и особенно — в действующей армии. Разумеется, квадратные коробочки с нежно-голубыми таблетками мгновенно появились и у дилеров. Возникли новые зависимости, новые ритуалы — так, например, при разводе пары могли выписать у психолога «Набор для расставания» — пару таблеток в коробочке с бантиком. И расстаться красиво.

Первый мемокаст быстро потерял популярность — его теперь использовали исключительно в острых случаях или, иногда, прописывали больным с посттравматическим синдромом, а в редких случаях давали при обцессиях — оказалось, что при навязчивых состояниях кратковременная потеря памяти облегчает восприятие жизни.

А легкий модулятор, или, как его коротко называли, «лайт», оказался просто спасением. Его охотно назначали в случае семейных конфликтов, он входил в аптечку первой помощи, его выдавали в отделе кадров в момент увольнения... Да что там! — можно было просто съездить на угол Шестой и Мишн-стрит и купить сколько душе угодно у мексиканцев (почему-то именно мексиканцы продавали голубые таблетки).

Айса далеко не сразу поняла, что Леон принимает мемолайт. Леон вообще был рассеянным, и настроение у него менялось, как погода в апреле. Только что хмурился, не тронь, а потом отвернешься к раковине посуду вымыть — он ухватит за задницу и потащит на диван, приговаривая на ухо: самая лучшая попка в мире, ни у кого такой нет, только у Анастасии Мак-Ги, без пяти минут доктора наук. Айса от этого таяла.

А потом что-то сломалось, он стал приходить поздно, стал браниться на Айсиных длинноволосых друзей — мол, куда это годится, как тебе не стыдно, взрослая женщина, якшаешься со всяким сбродом! Ну и Айса тоже не удерживалась. И про Ротари-клуб фырчала, и про благотворительные обеды эти в Фэйрмонт-отеле. Однажды вообще посоветовала ему катиться в свой Техас — там он найдет бабу с пятым размером лифчика и без мозгов и будет из ружья стрелять.

Леон молча оделся и ушел и дверь за собой закрыл очень аккуратно.

Однако на следующий день на лекции сел рядом и начал показывать какие-то свои новые чертежи. Дескать, вчера не спалось, смотри, ведь очень неплохой мост, как ты думаешь? Я такого ни у кого не видел, и ведь крепко будет!

Она сначала обрадовалась, что Лео не сердится. А потом такое же случилось еще раз. И еще...

— Лео, — начала Айса и почувствовала, что язык прилипает к гортани, — милый, ты принимаешь лайт?

— Конечно! — улыбнулся Леон. — Разумеется! Совершенно, заметь, легально: мне мой психолог выписал. А ты разве не принимаешь?

— Да я как-то... — запнулась Айса.

— Надо непременно сходить и выписать! — продолжал Леон. — Ты что! Зачем тебе эти гадости? Эдак никаких нервов не хватит.

— Понимаешь, — начала Айса нерешительно, — я думала, что... ну, то, о чем мы говорим и что мы при этом чувствуем... ну, что это имеет какое-то значение.

— Глупый доктор Мак-Ги, — рассеянно погладил ее по голове Леон, — чего ж в этом такого жутко значимого? Говорим всякую чушь, расстраиваемся. Зачем это помнить? Но когда все хорошо, то я ничего не принимаю, — быстро добавил он.

Неделю Айса думала. Потом пошла к психологу, очень убедительно попросила «набор для расставания» и получила две таблетки в маленькой коробочке, перевязанной ленточкой.

«Признайте очевидное: вы стали чужими друг другу, — увещевал прилагаемый к набору буклетик. — Вы пробовали все — путешествия, необычный секс, общие хобби. Вы даже попробовали легкую модуляцию. Пора принять решение. Наш препарат сделает ваше трудное решение не только терпимым, но даже радостным! Наряду с полной модуляцией момента последнего объяснения — самого тяжелого времени в любом разрыве — мы предлагаем легкую ретроградную сексуально-эмоциональную коррекцию. Помните о своем партнере только хорошее. Завтра у вас появится новый друг. Это прекрасно!»

«Ерунда какая!» — подумала Айса.

Дальше в буклетике шли подробные инструкции. В частности, рекомендовалось начать процедуру около восьми вечера, где-нибудь в романтической обстановке, при свечах. На последней странице была табличка — когда нужно принимать таблетку в зависимости от того, когда произошел ВАЖНЫЙ РАЗГОВОР и на какой срок распространяется полная модуляция. Рядом стыдливими серыми цифирьками указывался срок предполагаемой ретроградной эмоциональной коррекции.

«Месяц, — подумала Айса. — Во врут!»

И заказала ужин во французском ресторане.

— Вот, — сказала она и положила коробочку на столик.

— Ох! — воскликнул Леон. — Ну зачем это?

— Не забудь все аккуратно записать, — напомнила Айса. — Ты когда-нибудь принимал первичный мемокаст? Принимать нужно утром. Чтобы потом откат был на сутки. Ведь больше не выписывают. И не забудь наклейку.

— Ну, было пару раз, да... — сказал Леон. — Потом голова болит ужасно. И вообще...

— Ну, это строго говоря, совсем необязательно, — сказала Айса, — в смысле — принимать.

— Да, — сказал Леон.

Они вернулись домой. Айса складывала вещи, а он сидел, свесив руки, на разобранной постели. Потом приехало



# О структуре бензола



ИЗ ПИСЕМ В РЕДАКЦИЮ

Эта история началась в 1825 году, когда Майкл Фарадей обратил внимание на жидкий конденсат, образующийся при сгорании светильного газа. Проанализировав эту жидкость, он пришел к выводу, что держит в руках неизвестное вещество — углеводород с формулой  $C_6H_6$ , названный *Benzen*, по-русски — бензол. Химики увлеклись находкой, однако для понимания химических свойств потребовалась структурная формула. Ее вывел Август Кекуле: увидев во сне змея, кусающего себя за хвост, он сообразил, что бензол — плоский шестиугольник из атомов углерода. Чтобы обеспечить каждому из них четыре валентности, пришлось поставить три двойные связи. Эта идея вызвала некоторое раздражение, и химик Альберт Ладенбург предположил, что никаких двойных связей в бензоле нет и на самом деле это трехгранная призма: два треугольника, стоящие один над другим. В 1865 году на конференции в Женеве химики отвергли идею Ладенбурга и приняли модель Кекуле. В современной структуре бензола можно выделить одно пара-положение (это атом номер 4), два орто- (2 и 6) и два мета- (3 и 5). К атому номер 1 присоединяется заместитель.

Как ни странно, химия бензола для обеих структур оказывается довольно схожей, а номенклатура соединений так и вовсе неразличимой. Для этого достаточно сказать, что в первом треугольнике призматы находятся атомы номер 1, 5 и 3, а во втором — 2, 4, 6. Вот несколько примеров.

Нитробензол (в положении 1 находится  $NO_2$ ) нитрируется только в мета-положении, а толуол (в положении 1 —  $CH_3$ ) — в орто- и пара-положениях, а в мета- — никогда

Это объясняют чередованием зарядов в бензольном шестиугольнике после появления группы-заместителя: в нитробензоле группа  $NO_2$  тянет электроны на себя и на ближайших к нему орто-положениях получается положительный заряд. А группа  $CH_3$  заряд отталкивает с соответствующими последствиями для химических свойств молекулы. Однако если заместитель

оказывается в одной из вершин призмы, то он либо притянет электроны к своему треугольнику, либо отпихнет их ко второму. В первом случае получим химию нитробензола, во втором — толуола.

В общем, на основании объемной молекулы бензола можно построить целую новую химию ароматических соединений, в которой не будет никаких двойных связей. Например, гетероатомы, занявшие место углерода в вершинах треугольников, дадут все те же пиридин (один атом азота вместо углерода) или триазол (в вершинах одного треугольника все места заняты азотом). Интересно выглядит бутадиев — это два треугольника с общей стороной, эдакий раскрытый клюв птицы. Вставляя между концами «клюва» распорку, получаем объемный фуран (кислород), тиофен (сера), пиррол (NH).

Введение объемной структуры дает возможность разгадать давнюю загадку нафталина. Его традиционная молекула кажется совершенно симметричной, поскольку состоит из соединенных

общей стороной бензольных шестиугольников. Но один из них ведет себя как бензол, а другой — как бутадиев. Если же взять бензольную призму и из одной ее стороны сделать распорку для бутадиевеного «клюва», то все станет на свои места: молекула потеряет свою симметричность и обе ее части обретут специфические химические свойства.

Рассмотрение объемной структуры бензола и других ароматических соединений вполне может вызвать всплеск интересных идей. Мне уже 73 года, и, боюсь, я не смогу доказать справедливость такого подхода. Хотелось бы, чтобы коллеги-химики, не страдающие консерватизмом, задумались бы над этой возможностью и проанализировали экспериментальные данные, свидетельствующие о несовершенстве представлений Кекуле. А мне-то уж известно, что отнюдь не всегда химические свойства ароматики удается объяснить на основе плоской молекулы бензола.

**В. Н. Шклюдов,**  
Москва

Автору письма о «призматическом бензоле» было бы, вероятно, интересно узнать, что настоящий призма с формулой  $C_6H_6$ , как и у бензола, был получен в 1973 году Томасом Кацем и Нэнси Эктон из Колумбийского университета. Их целью, как они сами утверждают в «*Journal of the American Chemical Society*» (18 апреля 1973 года), была проверка гипотезы Ладенбурга. Призма получилась действительно удалась. Он оказался взрывчатой жидкостью и не отличался стабильностью. Так, при  $90^\circ C$  в растворе тяжелого толуола (то есть октадекагидротолуола; «дейтеро» — чтобы протоны растворителя не мешали наблюдению за спектрами ПМР призматана) он в течение 11 часов наполовину превращается в обычный бензол. У призматана спектр ПМР — синглет при 2,28 м. д. от ТМС (в статье — тау-шкала, нынче — дельта-шкала, дельта=10-тау), тогда как у бензола спектр ПМР — тоже синглет, но при 7,2 м. д. от ТМС. Плоское строение молекулы бензола подтверждается, например, результатами рентгеноструктурных исследований его производных, где наглядно видны шестиугольники, а не призмы. Существует множество других доказательств плоского строения бензола, изложенных в учебниках, монографиях и статьях. Сомнения В. Н. Шклюдова были бы вполне естественны, если бы сейчас были 60-е годы XIX столетия, когда химики оперировали небольшим набором экспериментальных данных, в которых можно было сомневаться. Но возможно, автор захочет сразиться с участниками какой-либо конференции по органической химии не столько для того, чтобы утвердиться в правоте своих утверждений или, наоборот, попрощаться с отжившими концепциями, сколько для того, чтобы современный химик знал: не все еще убеждены, что молекула бензола имеет шестиугольную форму.

**М. Ю. Корнилов**





КНИГИ

**Брайан Кокс**

Чудеса Солнечной системы  
М., Эксмо, 2011



**П**рофессор физики и известный популяризатор науки рассказывает о чудесах, которые происходят в Солнечной системе. Кроме того, автор книги отвечает на многие вопросы: как возникла Солнечная система, зачем звезды появляются во Вселенной, что связывает Солнце и Землю, где находится центр Вселенной.

**В.Н.Флоровская,  
Ю.И.Пиковский,  
М.Е.Раменская**

Предбиологическая эволюция углеродистых веществ на ранней Земле. Геологический аспект  
М., Либроком, 2011



**К**нига посвящена геологическим и геохимическим предпосылкам возникновения жизни на Земле. В ней рассмотрены условия, определяющие синтез абиогенных углеродистых веществ на ранней Земле и направленность их эволюции. Книга основана на исследованиях авторов, которые они под руководством профессора В.Н.Флоровской в течение 50 лет проводили на геологическом и географическом факультетах Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова. Основная концепция заключается в том, что жизнь и биосфера не могли появиться на Земле как случайное или локальное явление. Они возникли сразу во многих местах нашей планеты в результате закономерной эволюции, и в этом участвовали самые распространенные на Земле и в космосе химические элементы.

**Александр Марков**

Эволюция человека. В 2 книгах.  
Книга 1. Обезьяны, кости и гены  
М., Астрель, Corpus, 2011



**Н**овая книга Александра Маркова — это увлекательный рассказ о происхождении и устройстве человека, основанный на последних исследованиях в антропологии, генетике и эволюционной психологии. Двухтомник «Эволюция человека» отвечает на многие вопросы, давно интересующие человека разумного. Что значит быть человеком? Когда и почему мы стали людьми? В чем мы превосходим наших соседей по планете, а в чем уступаем им? И как нам лучше использовать главное свое отличие от других видов — огромный, сложно устроенный мозг? Один из способов — вдумчиво прочесть эту книгу.

**Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.  
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,  
тел. (495) 789-35-91  
Интернет-магазин: [www.mdk-arbat.ru](http://www.mdk-arbat.ru)**

**Г.А.Петров,  
И.П.Боровинская, А.Г.Петров и др., под ред. А.Г.Мержанова**

Инновационные энергосберегающие технологии переработки радиоактивных отходов  
М., Книжный мир, 2012



**К**нига рассказывает о новых композиционных материалах — минеральных блоках, полученных из расплава радиоактивных отходов и порошкообразных металлизированных топлив. Такие блоки могут служить автономными источниками энергии. Рассмотрено также, как можно перерабатывать низкоактивные и среднеактивные жидкие радиоактивные отходы с помощью выпаривания в малогабаритных установках. Для специалистов-радиохимиков, создающих новых технологий переработки радиоактивных отходов, а также для преподавателей и аспирантов химико-технологических вузов.

**Владимир Сливяк**

От Хиросимы до Фукусимы  
М., Эксмо, 2012

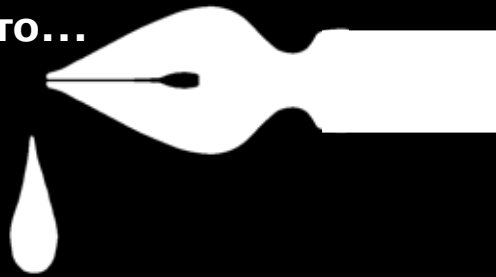


**В**марте 2011 года крупнейшее цунами вывело из строя системы охлаждения на АЭС «Фукусима-Дайчи», что привело к четырем большим взрывам. Лишь благодаря счастливому стечению обстоятельств погибли всего два сотрудника станции. При этом примерно 80000 человек переселили на другие земли. В книге оцениваются причины и последствия этой ядерной аварии.



Художник А. Анно

Пишут, что...



## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Вера в систему

Отчего человек, недовольный руководством страны, менеджментом компании или надоевшим супругом, всегда терпит до последнего, прежде чем начинает действовать? Поисками ответа на этот вопрос занялся Аарон Кей из американского Университета Дьюка с Джастином Фрейсенгом, дипломником канадского университета Ватерлоо («Current Directions in Psychological Science», 2011, т. 20, № 6, doi: 10.1177/0963721411422059).

Они использовали понятие об «оправдании системы», которое в 1994 году ввели Джон Джост и Махзарин Банаджи из Йельского университета. «Это не пассивное соглашательство с существующим порядком, — говорит Аарон Кей. — Это активная позиция, согласно которой такой порядок — именно то, что должно быть». Авторы статьи выделили четыре случая, в которых люди начинают оправдывать никуда не годную систему: существенная угроза системе, зависимость от системы, неизбежность системы и малые возможности для контроля своей жизни в системе.

Страх заставляет думать, что даже плохая система лучше хаоса. Этим часто пользуются обанкротившиеся режимы, затеяв игры с привлечением внешнего врага. Перед терактом 11 сентября рейтинг Джорджа Буша стремительно падал, а после него народ сплотился вокруг руководителя страны. Зависимость от системы расставляет свои акценты. Так, опрос студентов показал, что их оценка одних и тех же действий администрации университета, например по назначению платы за обучение, определяется тем, какая зависимость сильнее: от этой администрации или от федеральной. Зависимость от руководителя заставляет считать его действия более законными. С зависимостью тесно связан и факт неизбежности: когда человек не может ничего с системой поделать, он адаптируется и находит аргументы для оправдания ее недостатков. В эксперименте людям предлагали выбор: эмиграцию или жизнь в обществе, управляемом олигархами. Если по условиям опыта уехать из страны было непросто, люди начинали находить приятные черты в олигархическом правлении. «Некоторые думают, что, когда система докучает людям, те стараются ее изменить, — объясняет Аарон Кей. — Однако на самом деле чем сильнее давление, тем больше желание объяснить временные трудности. С этим связано и растущее одобрение действий руководства в системе с ограничениями свободы: если люди не могут контролировать различные аспекты своей жизни, они надеются, что хотя бы у руководителей все под контролем».

Впрочем, по мнению авторов работы, всегда есть грань, за которой система становится столь несправедливой, что защищать ее невозможно. И тогда наступает время перемен.

С.Анофелес

...конференция по проблемам климата в Дурбане (Южная Африка) приняла решение, что к 2015 году будет завершена работа над официальным документом, жестко регламентирующим выбросы углекислого газа как для развитых, так и для развивающихся стран («New Scientist», 2011, № 2843, с. 8—9)...

...суд Евросоюза постановил, что изобретения, требующие разрушения человеческих эмбрионов, не могут быть запатентованы («Nature Biotechnology», 2011, т. 29, с. 1057—1059)...

...изучено накопление мутаций в популяциях кишечной палочки, подвергающейся действию антибиотиков, и таким образом отслежены эволюционные пути, ведущие к появлению лекарственной устойчивости («Nature Genetics», 2011, doi:10.1038/ng.1034)...

...созданы генно-модифицированные штаммы кишечной палочки, способные производить из растительной биомассы, обработанной ионной жидкостью, сырье для бензина, дизеля или реактивного топлива («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2011, т. 108, № 50, с. 19949—19954)...

...впервые изучена возможность использования многослойных углеродных нанотрубок для выделения и очистки антибиотиков при их биосинтезе («Биотехнология», 2011, № 5, с. 59—65)...

...высокое содержание теломеразы в тканях летучих мышей необходимо для регуляции клеточных функций во время зимней спячки («Биохимия», 2011, т. 76, № 9, с. 1248—1253)...

...пульпит — идеальная естественная модель для изучения влияния боли на регуляторно-адаптивные возможности организма («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2011, т. 52, № 10, с. 404—406)...

...у больных с гипертонической болезнью в 67,8% случаев выявляется психоэмоциональная дисфункция, у 28,7% — высокий уровень агрессивности, у 39,1% — ситуативная и личностная тревожность и враждебность («Вестник Российской АМН», 2011, № 8, с. 12—20)...





...в экспериментах на брюхоногих моллюсках получены данные, которые напрямую говорят о том, что блокада производства NO препятствует исчезновению памяти, то есть подтверждает гипотезу о роли NO в стирании памяти («Успехи физиологических наук», 2011, № 4, т. 42, с. 3—19)...

...вклад кроветворных клеток в развитие атеросклероза в сонной и коронарной артериях более весом, чем в аорте («Цитология», 2011, № 10, т. 53, с. 815—825)...

...наиболее успешно прогнозируются осадки для зимы, наименее успешно — для лета, примерно одинаково — для осени и весны («Метеорология и гидрология», 2011, № 10, с. 20—34)...

...дети, имевшие леворуких родственников первой ступени, рождаются в среднем крупнее, чем дети, таких родственников не имеющие («Физиология человека», 2011, т. 37, № 6, с. 14—17)...

...поскольку Нью-Йорк в начале XVII века был основан голландскими колонистами, первоначальная популяция кошек голландского происхождения продолжает сохранять свои черты в современной нью-йоркской популяции кошек («Вавиловский журнал генетики и селекции», 2011, т. 15, № 3, с. 516—523)...

...с помощью видеокамеры и видеочков можно внушить человеку, что его сознание покинуло тело или переместилось в куклу («Nature», 2011, т. 480, № 7376, с. 168—170)...

...исследование оснований храма в турецком городе Диснер (Аламе Киботос) позволили полностью реконструировать план церкви, которую можно отнести к лучшим образцам малоазиатской ветви византийской архитектуры VI века («Российская палеонтология», 2011, № 3, с. 86—98)...

...предположение о том, что викинги, пересекая Атлантический океан, могли смотреть на небо через куски исландского шпата (кальцита), чтобы определять положение солнца в пасмурную погоду, получило новое экспериментальное подтверждение («Nature Materials», 2011, т. 10, с. 909, «Proceedings of the Royal Society A», 2011, <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.2011.0369>)...



## Глядя на Луну

Художники любят рисовать Луну на открытках, упаковках и множестве других вещичек, посвященных празднованию Нового года и Рождества. Но всегда ли они делают это правильно? Об этом рассуждает голландский астроном Питер Бартель из Грөнингенского университета («Communicating Astronomy to the Public», декабрь 2011).

Как известно, у Луны бывает несколько фаз: новолуние, когда она находится между Солнцем и Землей, первая четверть — угол между направлениями от Земли на Солнце и Луну составляет  $90^\circ$ , и в Северном полушарии виден ее правый край (у антиподов — левый), полнолуние — Луна расположена за Землей, и третья четверть — угол  $270^\circ$ , виден левый край спутника. От фаз зависит и время восхода-захода. При полнолунии они совпадают с восходом и заходом Солнца. Растущая Луна первой четверти восходит после полудня и заходит до полуночи, а убывающий месяц третьей четверти появляется на небе к трем часам утра.

Поэтому когда на открытке дети наряжают елку, а за окном высоко в небе висит убывающий месяц, это не то чтобы невозможно, однако кажется не очень естественным — все-таки пятый час утра... Можно, конечно, предположить, что действие происходит в Южном полушарии, но в Австралии, где есть дети, нет снега, а в Антарктиде, где снега много, — нет детей. Елок, однако, нет ни там, ни там. А для Северного полушария правильно — растущий месяц.

Впрочем, в Западной Европе ночью дарят подарки не только на Рождество и Новый год. В англоязычных странах в ночь на 31 октября празднуют День Всех Святых, в Нидерландах, Бельгии, Франции и Германии — День святого Мартина (11 ноября). Важный день — канун Дня упокоения святителя Николая: именно этим вечером положено складывать подарки в повешенный близ печки чулок, как делал сам святитель, спасая людей от бедности. В католических странах этот вечер приходится на 5 декабря, у нас соответственно на канун Никола-зимнего — 18 декабря. У протестантов праздник переместился на канун Рождества, на 25 декабря.

Питер Бартель проанализировал статистику изображений Луны в книгах и открытках, приуроченных к ночным праздникам в Нидерландах и США. Оказалось, что на ближней к нам стороне океана художники совершали ошибки в 40% случаев, а если считать и упаковочную бумагу, число ошибок достигло 65%. В США ошибок было гораздо меньше, но, возможно, потому, что там, как правило, изображают полнолуние. Однако, например, в массовом тираже открыток, изданных Международным детским фондом, месяц оказался как раз неправильным. В общем, чтобы не вводить доверчивых потребителей в заблуждение, рисовальщику праздничных картинок стоит иногда заглядывать в учебники. Или хотя бы время от времени смотреть в окно.





# Как их называют

**М**ы начинаем публикацию заметок о минералах и их названиях. Минералы добывают из-под земли, а откуда берут их названия? В 1990 году издательство «Мир» выпустило «Словарь минеральных видов», составленный Майклом Флейшнером — американским минералогом и геохимиком, почетным председателем Комиссии по новым минералам, номенклатуре и классификации Международной минералогической ассоциации. В книге приведены названия и формулы 2770 минералов, а используя дополнительные источники, можно получить массу полезной и интересной информации об этих названиях. Конечно, чаще всего они связаны с историей открытия минерала. Сегодня основной источник дополнительной информации — Сеть: где еще можно найти некролог в американской газете начала XX века, в котором только и есть сведения о нужном персонаже? Или прочитать отсканированную страничку из «Записок шведского минералогического общества» за 1829 год?

Флейшнер опубликовал свою книгу в 1987 году, а ведь каждый год открывают десятки новых минералов. Проблема усложняется еще и тем, что, давая русскоязычные названия минералам, часто используют не транскрипцию, а транслитерацию их иноязычных названий (о различии между тем и другим см. «Химию и жизнь» 2008, № 10). Минерал, который по-русски называется **повеллитом**, был назван по имени американского геолога Джона Уэсли Пауэлла (John Wesley Powell, 1834—1902); по-английски он powellite. Минерал **мосандрит** (mosandrite, о нем ниже) был открыт шведским химиком Мосандером. Правильнее было бы называть его мосандритом, потому что по-шведски буква «s» перед гласной читается как русская «с». Однако транслитерация на русский язык была проведена «по-немецки» («s» перед гласной читается как «з»), и в таком виде термин вошел во все справочники. Кальциево-магниевый силикат  $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ , названный в честь шведского металлурга Андерса Рикарда Окермана (1837—1922), стал не окерманитом, а **акерманитом** (англ. akermanite). Причина — неправильное прочтение шведской фамилии Åkerman: буква å всегда транскрибируется как «о», но часто этим пренебрегают. Так, единицу длины, названную по фамилии шведского физика Андерса Йонаса Онгстрёма (Ångström, 1814—1874), как правило, называют «ангстремом» (академик Виктор Иванович Спицын, читавший на химфаке МГУ курс неорганической химии, всегда говорил «онгстрём»).

Вот пример посложнее. Название минерала **эшинита** было произведено от греческого слова αἰσχύνη. Как было принято еще во времена Древнего Рима, при транслитерации греческих букв латиницей дифтонг αι (альфа и йота, произносится «ай») передавался латинским ae (читается «э»). В Средние века для ускорения письма и экономии места при печати вместо ae использовали лигатуру, которую потом нередко заменяли просто на e, а в немецком языке — на ä. Сочетание греческих букв σ + χ (сигма и хи) передавалось в виде s + ch, что вместе произносится как «сх», например, schema — схема. Однако в немецком языке сочетание sch произносится как «ш», и это произношение закреплялось в русском языке, если слово попадало в него через немецкий. Наконец, греческую букву υ (ипсилон), которая в древнегреческом произносилась примерно как немецкая ü, а в новогреческом — как русское «и» (если не стоит между гласными), заменили на латинскую «у» (игрек, дословно «и греческая»). По-английски получилось eschynite (читается «эскинайт»). По-немецки же получилось Äschynit — читается «эшинит», а пишется с прописной, потому что так в немецком языке пишутся все существительные. Когда же название этого минерала появилось в русском языке, то его транскрибировали как немецкое слово, и получилось «эшинит». Подобных расхождений в названиях минералов множество.

Самый химический способ образования названия — от элементов, входящих в состав минерала. В минерале **аркубисите**  $\text{Ag}_6\text{CuBiS}_4$

*И.А.ИВАНОВСКОМУ, Томск: Бумагу к полиэтилену можно приклеить, в общем-то, любым резиновым клеем, можно и «Моментом».*

*С.В.ШТАНЬКО, Москва: Инвертный сироп получают гидролизом раствора сахарозы при нагревании в присутствии лимонной кислоты; продукт гидролиза содержит глюкозу и фруктозу, используется в рецептах как заменитель патоки или кукурузного сиропа.*

*А.С.БАРАНОВУ, Томск: Из полилактата — полимера молочной кислоты можно изготавливать не только упаковочные материалы, но и ткани; кстати, мы об этом писали еще в 2005 году (№ 4, «Химия без нефти»).*

*М.Н.ГРОМЫКО, Санкт-Петербург: Суперчервь, или, по-английски, superworm, — это всего-навсего зофобас, личинка жука Zophobas morio, корм для рептилий, птиц, экзотических животных вроде пауков-птицеедов; зофобас похож на личинку мучного хрущака, только длиной 5—6 см.*

*А.А.ГУЛЯЕВОЙ, Клин: Интернет-магазин химреактивов работает, например, по адресу <http://www.chemport.ru/shop/> (только для юридических лиц).*

*С.Н.ПОТАПОВОЙ, Кемерово: В состав ереванской смеси входят порошок сушеного лука, черный перец, чабрец, мята, кинза, базилик, корица и чеснок; с ней хорошо готовить, например, долму или мариновать шашлык.*

*К.КАРПОВУ, электронная почта: Пожалуйста, не присылайте нам больше объемистых трудов о «заблуждениях Дарвина» — мы согласны с вашими оппонентами, и кандидату военных наук нас не переубедить.*

*ПИСАТЕЛЯМ-ФАНТАСТАМ: Конкурс фантастических рассказов для «Химии и жизни» осенью пройдет по прежним, «демократическим», правилам: участвовать смогут все желающие, а не только те, кто публиковался ранее; еще раз напоминаем, что рассказы вне конкурса мы не рассматриваем.*



*Эшинит*



*Окерманит*



*Мозандрит*



*Повеллит*



#### ИМЕНА МИНЕРАЛОВ

(по-английски arcubisite) есть атомы серебра (*argentum*), меди (*cuprum*), висмута (*bismuth*) и серы (*sulfur*). А в названии минерала **кафегидроцианита**  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$  легко обнаружить калий, феррум, присутствие воды (*гидро*) и цианогрупп. Этот распространенный химический реактив — желтая кровавая соль — неожиданно был обнаружен в природе, в виде сталактитоподобных натёков в горных выработках Восточных Саян. Но есть и очень хитрые названия. Уже упомянутый эшинит был впервые найден в 1828 году в Ильменских горах на Южном Урале, вывезен среди других в Германию и пере-

дан на изучение разным исследователям. Состав эшинита оказался сложным; более того, выяснилось, что существуют разные эшиниты: цериевый — эшинит-(Ce)  $(Ce, Ca, Fe, Th)(Ti, Nb)_2(O, OH)_6$ , неодимовый — эшинит-(Nd)  $(Nd, Ce, Ca)(Ti, Nb)_2(O, OH)_6$  и иттриевый — эшинит-(Y)  $(Y, Ca, Fe, Th)(Ti, Nb)_2(O, OH)_6$ . Химики долго не могли разделить элементы, входящие в состав этих минералов, и даже определить их качественный состав. Раздосадованный шведский химик Й.Я. Берцелиус дал эшиниту ехидное название — древнегреческое слово  $\alpha\iota\sigma\chi\upsilon\nu\eta$  (айсхине) означает «бесчестье, позор». В новогреческом сло-

во пишется несколько иначе, но означает то же:  $\alpha\iota\sigma\chi\omicron\zeta$  — стыд, позор, а с восклицательным знаком — «безобразие!». Однако Берцелиус был слишком строг: в первой половине XIX века определить даже качественный состав подобных минералов было очень трудной задачей.

Автор благодарит А.А.Евсеева и Б.З.Кантора за полезные замечания.

Все фото — А.А.Евсеев, <http://geo.web.ru/druza/>.

**И.А.Леенсон**

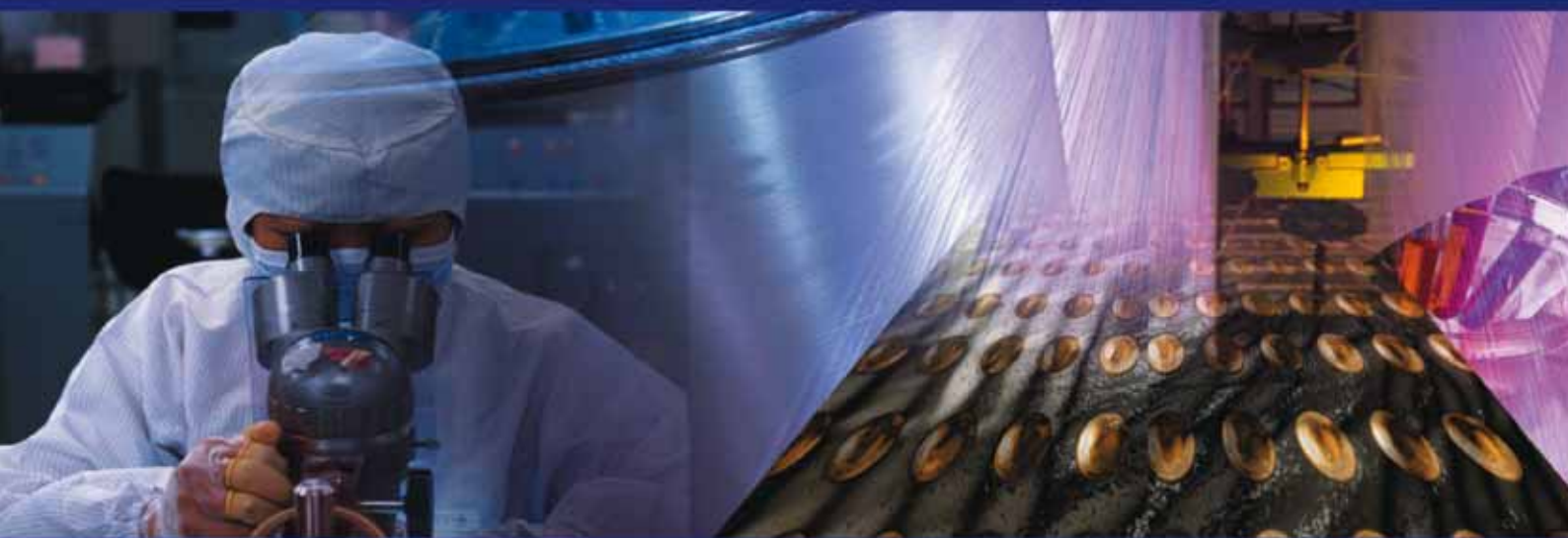




# 10-я юбилейная международная специализированная выставка «Аналитика Экспо»

10-13 апреля '12

**ЭЦ «СОКОЛЬНИКИ»**  
Новые возможности в центре Москвы!



- Аналитическое оборудование
- Лабораторная мебель
- Контрольно-измерительные приборы
- Химические реактивы и материалы
- Нанотехнологии, наноматериалы
- Биоаналитика

[www.analitikaexpo.com](http://www.analitikaexpo.com)



На правах рекламы


Организатор:



Контакты:

E-mail: lomunova@mvk.ru  
тел. +7 (495) 935-81-00  
факс +7 (495) 935-81-01

Соорганизаторы:

НП «РОСХИМРЕАКТИВ»  
 НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН  
по аналитической химии  
ААЦ «Аналитика»

Официальная поддержка:

Федеральное агентство по техническому  
регулированию и метрологии  
Департамент природопользования и  
охраны окружающей среды города Москвы  
Министерство Промышленности и Торговли РФ